

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-253959

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl. G02F 1/1335  
G02F 1/1335

(21)Application number : 09-070927

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 10.03.1997

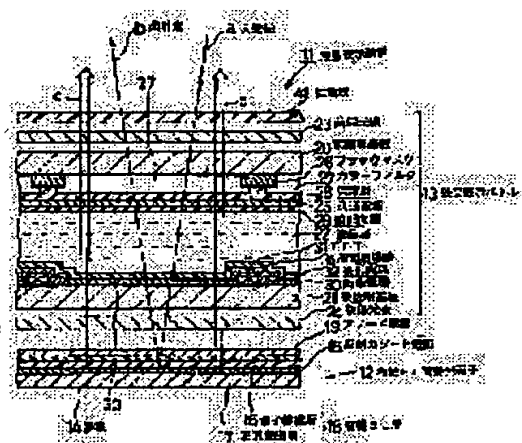
(72)Inventor : SHIRASAKI TOMOYUKI  
SHIOTANI MASAHARU  
YAMADA HIROYASU

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device provided with both functions of a reflection type and transmission type displays that is prevented from occurring of imprinting of an external image and double images.

**SOLUTION:** In this device, an organic EL surface emitting element 12 is arranged in the rear of a liquid crystal display element 13 and a diffusing plate 41 is arranged in the front of the panel 13 and an electrode positioning in the rear of the organic EL surface emitting element 12 is made to be a reflection cathode electrode 15. Outer lights are reflected with this reflection cathode electrode 15. A this time, since this device is provided the diffusing plate 41 and the outer lights are diffused, the imprinting of the external image and the double images are suppressed from being displayed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It has the liquid crystal display panel by which the liquid crystal layer intervened between the front transparent substrates and back transparent substrates which have a liquid crystal drive electrode, respectively. More back than the aforementioned liquid crystal layer corresponding to the viewing area of the aforementioned liquid crystal display panel, light is emitted according to pouring of a carrier. The liquid crystal display characterized by having arranged organic EL layer in which itself has permeability to the light, and having arranged the light reflex board which has reflection nature to the light more back than the aforementioned organic EL layer.

[Claim 2] The aforementioned light reflex board is a liquid crystal display according to claim 1 of the electrodes of the couple which injects a carrier into the aforementioned organic EL layer which comes out on the other hand and is characterized by a certain thing.

[Claim 3] The front face of the aforementioned light reflex board is a liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by being a scatter reflection side with detailed irregularity.

[Claim 4] The liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by having arranged the diffusion board which has permeability to the light between the aforementioned liquid crystal display panel and the aforementioned organic EL layer.

[Claim 5] The aforementioned organic EL layer is a liquid crystal display according to claim 1 to 4 characterized by forming thickness through the electrode which injects a carrier into the substrate of the shape of a film 0.2mm or less.

[Claim 6] The liquid crystal display according to claim 1 to 5 characterized by providing the following At least one side of an electrode which injects a carrier into the aforementioned organic EL layer has permeability to the light, and is the transparent electric conduction film of the aforementioned organic EL layer mostly formed in the whole surface. The low resistance electric conduction film which has two or more holes which are different refractive indexes from the aforementioned transparent electric conduction film, and consist of the aforementioned transparent electric conduction film with the material of low resistance, and carry out opening of the aforementioned transparent electric conduction film

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the liquid crystal display which has a reflected type display function and a penetrated type display function in more detail about a liquid crystal display.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since the formation of thin shape lightweight is possible, the liquid crystal display is used as display of various electronic equipment. In recent years, computerization is beginning to permeate to individual level and the portable personal computer (notebook sized personal computer), the Personal Digital Assistant, etc. have spread. Since such electronic equipment is portable, it needs to hold down power consumption as much as possible. For this reason, by portable electronic equipment, the reflected type liquid crystal display which cut down the power needed for losing a back light is used. However, such a liquid crystal display has a display very hard to see in a dark place and dark night (dark state), although outdoor daylight can acquire good contrast [ in the bright daytime (Ming state) ]. Moreover, in the penetrated type liquid crystal display equipped with the back light, the brightness of a back light cannot acquire good contrast in the state of Ming at 200 cd/m<sup>2</sup> to the ability to acquire contrast with the brightness of a back light sufficient by about two 20 cd/m in the dark state. Then, the liquid crystal display equipped with the reflected type display function as shown in drawing 33 , and the penetrated type display function is developed. As this liquid crystal display is shown in this drawing, the half-transparency half reflective film (one-way mirror) 2 is arranged behind the liquid crystal display section 1, and the back light system 3 (it consists of a lamp 4, a light guide plate 5, etc.) is arranged behind the half-transparency half reflective film 2. The half-transparency half reflective film 2 is the structure which prepared the reflecting layer in the upper surface of a base film, and prepared the scattering layer in the inferior surface of tongue, penetrates a part of light which carries out incidence, and has the function to reflect the remaining light.

[0003] Hereafter, the display operation in this conventional liquid crystal display is explained briefly. Sign A shows the outdoor daylight in the Ming state which carries out incidence to the liquid crystal display section 1 among drawing 33 . This outdoor daylight A passes the liquid crystal display section 1, and it carries out incidence to the half-transparency half reflective film 2. At this time, a part penetrates the half-transparency half reflective film 2 as the transmitted light A3, and the remaining light reflects an incident light A1 as the reflected light A2. Incidence of this reflected

light A2 is carried out to the liquid crystal display section 1, outgoing radiation of the display light A4 according to the orientation state of liquid crystal is carried out from the screen, and a display is performed. On the other hand, by turning on the back light system 3 in a dark state, outgoing radiation of the lighting light B is carried out, as for this lighting light B, a part of light penetrates the half-transparency half reflective film 2, and a part of these transmitted light turns into the lighting light B1. When the lighting light B1 carries out incidence to the liquid crystal display section, outgoing radiation of display light B-2 according to the orientation state of liquid crystal is carried out from the screen, and the display of it is attained.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional liquid crystal display, in order for a part of incident light A1 (A3) which makes outdoor daylight A the origin to penetrate the half-transparency half reflective film 2, the quantity of light of the reflected light A2 decreases, and there is a problem that good contrast cannot be taken. By passing the half-transparency half reflective film 2, the quantity of light decreases sharply and the lighting light B which, on the other hand, makes the origin the back light system 3 used in the state of dark turns into the lighting light B1. That is, light from the back light system 3 cannot be efficiently used for a display. For this reason, in a dark state, it is required that the luminescent ability of the back light system 3 should be raised for acquiring good contrast, power consumption increases, and the problem that continuation display time becomes short cannot be avoided especially in a portable liquid crystal display.

[0005] The first technical problem which this invention tends to solve can perform the reflected type display which has good contrast in the Ming state, can suppress that a double image moreover occurs with interface reflection, and is in the point what means should be provided for obtaining the liquid crystal display which can, on the other hand, perform the penetrated type display which has good contrast also in a dark state by the low power. Moreover, the second technical problem which this invention tends to solve is in the point what means should be provided for obtaining the liquid crystal display which can supply the good scattered light to the liquid crystal display section.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Invention according to claim 1 is equipped with the liquid crystal display panel by which the liquid crystal layer intervened between the front transparent substrates and back transparent substrates which have a liquid crystal drive electrode, respectively. More back than the aforementioned liquid crystal layer corresponding to the viewing area of the aforementioned liquid crystal display

panel, light is emitted according to pouring of a carrier. It is characterized by having arranged the organic electroluminescence (henceforth organic [ EL ]) layer in which itself has permeability to the light, and having arranged the light reflex board which has reflection nature to the light more back than the aforementioned organic EL layer.

[0007] On the other hand, it comes out of the aforementioned light reflex \*\*\*\* of the electrodes of the couple which injects a carrier into the aforementioned organic EL layer, and invention according to claim 2 is carrying out the feature of a certain thing.

[0008] In a claim 1 and invention according to claim 2, after it passes a liquid crystal display panel, it is reflected by one electrode of the light reflex board behind organic EL side light emitting device, or organic EL side light emitting device, and the light which carried out incidence from the front of a liquid crystal display panel passes a liquid crystal display panel again, and outgoing radiation of it is carried out ahead, and it displays on it. Moreover, a display becomes possible, in order to inject an electron and an electron hole into organic EL layer, for luminescence accompanying the reunion of the electron and electron hole in organic EL layer to arise, and for this light to pass a liquid crystal layer and to carry out outgoing radiation to the front of a liquid crystal display panel, if the voltage of a predetermined value is impressed to inter-electrode [ of organic EL side light emitting device ]. Since organic EL side light emitting device can set up an electrode and organic EL layer very thinly, while there is little loss by the optical absorption of these members and it can carry out outgoing radiation of the light of high brightness to a screen side also in any of a reflective display and a transparency display, gap of a display image can perform a small display. Therefore, a good reflective display and transparency display of luminous efficiency can be performed, without using a half-transparency half reflecting plate.

[0009] Invention according to claim 3 is characterized by being the scatter reflection side in which the front face of the aforementioned light reflex board has detailed irregularity. In invention according to claim 3, an incident light can be scattered with the detailed irregularity of a light reflex board, it can reflect, and, for this reason, the latus liquid crystal display of an angle of visibility can be performed also in a reflected type display and a penetrated type display.

[0010] Invention according to claim 4 is characterized by having arranged the diffusion board which has permeability to the light between the aforementioned liquid crystal display panel and the aforementioned organic EL layer.

[0011] Thickness is characterized by forming invention according to claim 5 through the electrode to which the aforementioned organic EL layer injects a carrier into the substrate of the shape of a film 0.2mm or less.

[0012] At least one side of the electrode to which invention according to claim 6 injects a carrier into the aforementioned organic EL layer has permeability to the light, and it is a different refractive index from the transparent electric-conduction film of the aforementioned organic EL layer mostly formed in the whole surface, and the aforementioned transparent electric-conduction film, and it consists of the aforementioned transparent electric-conduction film with the material of low resistance, and it is carrying out having the low resistance electric-conduction film which has two or more holes which carry out opening of the aforementioned transparent electric-conduction film as the feature. In invention according to claim 6, since the laminating of the low resistance electric conduction film is carried out even if a transparent electric conduction film is high resistance comparatively, the fall of potential in a long distance portion can be suppressed from the takeoff connection of a transparent electric conduction film. For this reason, the current supply source to organic EL layer can be performed uniformly, and uniform field luminescence can be made to perform.

[0013]

[Embodiments of the Invention] It explains based on the operation gestalt which shows the detail of the liquid crystal display concerning this invention hereafter to a drawing. (Operation gestalt 1) Drawing 1 is the cross section showing the operation gestalt 1 of the liquid crystal display concerning this invention. 11 in the said drawing is a liquid crystal display, and shell profile composition is carried out with organic EL side light emitting device 12 arranged back relatively, the liquid crystal display panel 13 arranged ahead of organic EL side light emitting device 12, and the diffusion board 41 arranged ahead of the liquid crystal display panel 13.

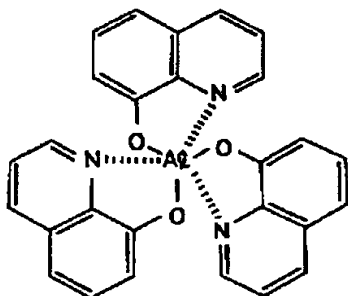
[0014] First, the composition of organic EL side light emitting device 12 is explained. As for organic EL side light emitting device 12, the metal 15 which has the light reflex nature which has a function as a late-coming light drive electrode and a light reflex board, for example, the reflective cathode electrode which becomes by MgIn, is formed on the substrate 14 which becomes with glass (transparence for EL). In addition, it is close to the electron affinity of electronic transporting-bed 16 material reflected in the level of a minimum sky molecular orbital (LUMO) of the material of the electronic transporting bed 16 which material with a low work function is desirable, and the electron affinity (eV) mentions later from a viewpoint of electron emission nature as a material of the reflective cathode electrode 15, or it is desirable that it is smaller than it. Moreover, the material which has reflection nature from a viewpoint of light reflex nature to the light (400nm or more electromagnetic wave 800nm or less) more is

desirable. This reflective cathode electrode 15 has the viewing area of the liquid crystal display panel 13, and a corresponding shaped-surface product. Moreover, the reflective cathode electrode 15 can be formed using a spatter etc. so that it may become arbitrary thickness, and it has mirror-plane structure with a smooth reflector in this operation form.

[0015] On the reflective cathode electrode 15, the electronic transporting bed 16 which has a corresponding shaped-surface product with a viewing area and which becomes with tris(8-hydroxyquinoline)-ized aluminum (henceforth Alq3) is formed similarly. The thickness of this electronic transporting bed 16 is 20nm - about 100nm, and is formed using the vacuum deposition. Moreover, on the electronic transporting bed 16, the electron hole transporting bed 17 which comes to mix a polyvinyl carbazole (henceforth PVCz), a 2 and 5-screw (1-naphthyl)-OKISA diazole (henceforth BND), and luminescent material suitably is formed of wet membrane formation of a DIP coat or the spin coat method, or vacuum evaporation. The thickness of this electron hole transporting bed 17 is set as 20nm - about 100nm. The rate of a mole ratio to a PVCz unit unit is mixed at a rate of about 10 / 100 - 20/100, and BND has a relative band gap to an anode electrode to which pouring and transportation of an electron hole into the electron hole transporting bed 17 are urged. And the organic EL layer 18 consists of these electronic transporting bed 16 and an electron hole transporting bed 17. In addition, the structure expression of Alq3, PVCz, and BND is shown below.

[0016]

[Formula 1]

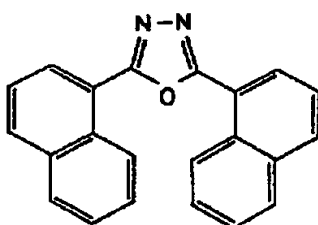


Alq3

[Formula 2]



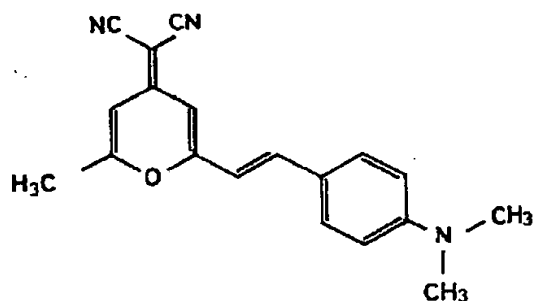
[Formula 3]



BND

[0017] Luminescent material is a dopant which consists of material which has either of the electroluminescence (electroluminescence) nature which absorbs the light of a predetermined wavelength region, is excited by the reunion of red, the photoluminescence (photoluminescence) nature which emits light green and blue and an electron, and an electron hole, respectively, and emits light, and is doped by the electron hole transporting bed and/or the electronic transporting bed. As a red dopant, there is 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4 H-pyran (henceforth DCM1), and the orange or red luminescence which has a luminescence peak near 600nm as shown in drawing 18 is produced. The structure expression of DCM1 is shown below.

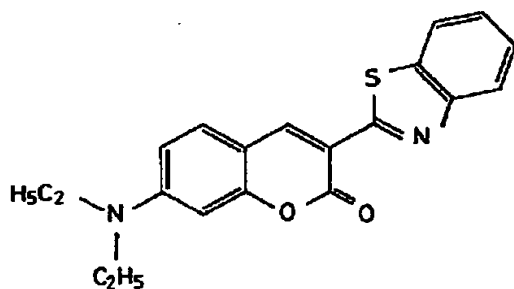
[Formula 4]



DCM1

As a green dopant, there is 3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (the following, coumarin 6), and green luminescence which has a peak in 500nm - 550nm as shown in drawing 18 is shown. The structure expression of a coumarin 6 is shown below.

[Formula 5]



クマリン6

There is quinaquidone (the following, Quinacridone) as other green dopants. The structure expression of a Quinacridone is shown below.

[Formula 6]

As a blue dopant, there are bis(2 and 2'-diphenylvinylene) biphenyl, and tetraphenylbenzidine (following, TPB), 4, and 4' 4, 4'-bis(2-carbazole) (vinylene)

biphenyl, a tetraphenylbutadiene derivative, a cyclopentadiene derivative, an oxadiazole derivative, etc. The structure expression of TPB is shown below.

[Formula 7]

the spectrum of the light filter which about 1 / 100 · 4/100 come out comparatively, and the rate of a mole ratio to a PVCz unit unit is mixed, and mentions a red dopant, a green dopant, and a blue dopant later, respectively -- the amount of dopes is adjusted in accordance with a spectrum

[0018] The anode electrode 19 is formed in the whole surface on the organic EL layer 18. This anode electrode 19 is formed by the electrode material which has permeability to the light which emits light by outdoor daylight and the organic EL light emitting device 12, for example, ITO, and the thickness is set as 300nm or less.

[0019] As mentioned above, although the composition of organic EL side light emitting device 12 in a liquid crystal display 11 was explained, as described above, the membrane formation controllability of an organic film can realize the reason which can make thickness of the organic EL layer 18 thin a good thing and by originating including the properties of material, such as charge pouring nature, and considering as organic EL side light emitting device especially. And the thickness which doubled the organic EL layer 18 and the anode electrode 19 can also suppress that the double image by reflection arises, while being able to make very small attenuation by the absorption of outdoor daylight which carries out incidence to 0.1 micrometers · about 0.2 micrometers since it is thin. Moreover, when outdoor daylight reflects by the reflective cathode electrode 15 so that the operation which carries out a postscript by having the diffusion board 41 in such an organic EL side light emitting device 12 may describe, a flicker (flicker phenomenon) and specular reflection can occur in the display screen, a double image can arise, or it can suppress that un-arranging [ of the phenomenon in which the display screen continues partially and shines occurring ] occurs.

[0020] Next, the composition of the liquid crystal display panel 13 is explained. The

front transparent substrate 20 side to which the liquid crystal display panel 13 makes a pair as shown in drawing 1, and the back transparent substrate 21 side, it comes out to the sealant which is not illustrated and the gap come out of and formed with the liquid crystal layer 22 by which TN liquid crystal by which twist pneumatic orientation was carried out to 90 degrees of abbreviation was closed, the front polarizing plate 23 arranged ahead of the front transparent substrate 20, and the back polarizing plate 24 arranged behind the back transparent substrate 21, and profile composition is carried out Each polarization shaft intersects perpendicularly mutually, and the front polarizing plate 23 and the back polarizing plate 24 are arranged according to the orientation of liquid crystal. At the front transparent substrate 20 side, the black mask 26 and the light filter 27 are arranged and formed suitably at the opposite medial surface of the front transparent substrate 20. A light filter 27 consists of red, an R filter which carries out the spectrum of each green and blue color, respectively, a G filter, and a B filter, and R filter, G filter, and B filter are carrying out the dot array corresponding to the shape of a stripe, and the pixel electrode 30 mentioned later, respectively. Moreover, the protective coat 28 which has transparency is formed on these black mask 26 and a light filter 27, the common electrode 25 which has 70% or more of permeability to the light which consists of ITO is formed over the whole viewing-area surface on a protective coat 28, and the last orientation film 29 which consists of a polyimide by which orientation processing was carried out is formed on the common electrode 25.

[0021] On the other hand, much TFT (TFT) 31 as a switching element connected to the pixel electrode 30 which becomes by ITO, and this pixel electrode 30 is arranged in the opposite inside side of the back transparent substrate 21 according to the predetermined pixel array. The matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it, the so-called delta array which the pixel electrode 30 of the train which adjoins the train of the pixel electrode 30 which made one period R, G, and B of a corresponding light filter shifted the semicircle term can be used for an array pattern. It connects with the gate line to which the gate electrode outputs selection voltage, and TFT31 is connected to the drain line to which the drain electrode outputs a signal level. To the non-pixel field containing these TFT31, pattern formation of the layer insulation film 34 which consists of a silicon nitride is carried out, and the back orientation film 32 which consists of a polyimide and with which orientation processing was performed is formed on these pixel electrode 30 and the layer insulation film 34 to it.

[0022] The operation and operation in the case where reflect outdoor daylight and the liquid crystal display 11 of such composition is used hereafter, and the case (when using

in the state of dark) of carrying out a luminescence drive and using organic EL side light emitting device 12 (when using in the state of Ming) are explained.

[0023] (When using in the state of Ming) When using this liquid crystal display 11 in the state of Ming, it uses by making organic EL side light emitting device 12 into an OFF state. The arrow a of drawing 1 shows the incident light which is outdoor daylight, and Arrow b shows outgoing radiation light. First, an incident light a passes the liquid crystal display panel 13, and it carries out incidence to the organic EL light emitting device 12. An incident light a receives the polarization of the front polarizing plate 23, liquid crystal 22, and the back polarizing plate 24, and incidence is carried out to the organic EL light emitting device 12. This incident light a passes the anode electrode 19 and the organic EL layer 18, and is reflected by the reflective cathode electrode 15. At this time, drawing 2 can show actual reflection generally. In addition, in this drawing, the optical refractive index of the anode electrode 19 and the organic EL layer 18 is disregarded and shown. As shown in this drawing, an incident light a is mainly divided into the outgoing radiation light b reflected by the reflective cathode electrode 15, and the outgoing radiation light b1 which a part reflects very much on the front face of the anode electrode 19. If the distance d of these outgoing radiation light b and the outgoing radiation light b1 sets the sum of the thickness of the anode electrode 19 and the organic EL layer 18 to t and it sets an incident angle to theta, it can express with  $d = t \cdot \sin^2 \theta / \cos \theta$ . Here, it is set to about  $d = 0.2$  micrometers if it is  $t = 0.2$  micrometers when it is the incident angle of  $\theta = 30$  degrees. Thus, with this operation form, since the sum of the thickness of the anode electrode 19 and the organic EL layer 18 can be small stopped by having used organic EL material, the distance d of the reflected lights b and b1 becomes very short. In addition, even if it considers the refractive index of the electroluminescence layer 18, it becomes the same value as abbreviation. Thus, since the thickness of the anode electrode 19 and the organic EL layer 18 is very thin, when an incident light a is reflected by the reflective cathode electrode 15, the outgoing radiation light b has small loss of the quantity of light, and can secure sufficient quantity of light to a display.

[0024] Moreover, if it is the composition which is not equipped with the diffusion board 41 as shown in drawing 3 in using in the state of Ming The image 1 with which an parallel lighting light projects this liquid crystal modulation field 22A, and is reflected and formed by the reflective cathode electrode 15 when predetermined liquid crystal modulation field 22A is formed in the liquid crystal layer 22, it may reflect by the reflective cathode electrode 15, without passing along liquid crystal modulation field 22A, and may come out with the image 2 formed by this reflected light's projecting

liquid crystal modulation field 22A, and outgoing radiation being carried out, and a double image may be made. However, with this operation form, since the diffusion board 41 is arranged ahead of the liquid crystal display panel 13, it can prevent that a double image is formed. Furthermore, with this operation form, although the external image A may cause a reflect lump by carrying out specular reflection by the reflective cathode electrode 15 without the diffusion board 41 as shown in drawing 4, since it has the diffusion board 41, it can prevent that such un-arranging arises.

[0025] (When using in the state of dark) When using this display 11 in the state of dark, it uses by making organic EL side light emitting device 12 into an ON state. The rough energy diagram of organic EL side light emitting device 12 at this time is shown in drawing 5. The luminescence process of the organic EL element of the two-layer structure of an electronic transporting bed which serves as an electron hole transporting bed which becomes drawing 5 from PVCz, BND, and luminescent material from Alq3 is shown. Here, if the electron-transfer nature within an organic carrier transporting bed is dependent on the level of lowest unoccupied molecular orbital (henceforth LUMO) of each material, the volatility of an electron hole is dependent on the level of highest occupied molecular orbital (henceforth HOMO) and it puts in another way, movement of a particle which has these charges will be reflected in the upper limit and minimum of a peculiar band gap of each material. As the whole containing an electrode, an electron will be reflected in the electron affinity (eV) of each material, and an electron hole will be reflected in the ionization energy (eV) of each material.

[0026] First, although there is a potential barrier between the electron affinity of a cathode and LUMO of Alq3 about pouring of the electron from a cathode electrode to an electronic transporting bed (ETL), it can get over and realize by impressing the voltage of a predetermined value between a cathode and an anode. And although there is a potential barrier between the ionization energy of an anode and HOMO of the material in HTL about pouring of the electron hole from an anode electrode to an electron hole transporting bed (HTL), it can get over and realize by impressing voltage between a cathode and an anode.

[0027] Next, about movement of the electron hole in HTL, as shown in drawing 6, the hopping transmission which moves in the trapping site formed of mixture with PVCz and BND serves as a subject. That is, it is the difference of the ionization energy of an anode, and HOMO of BND. The electron hole which overcame gapA by impression of voltage overcomes gapB between HOMO of BND, and HOMO of PVCz one after another, and goes to ETL. Moreover, although a part of electron poured into Alq3 overcomes

gapE by impression of voltage, since gapD is large, it stops near an interface with ETL in HTL, it causes the electron hole and reunion to which the inside of HTL is conveyed, and generates 1-fold term exciton without a charge. The remaining electrons cause the electron hole and reunion which were poured in within ETL, and generate 1-fold term exciton. Although 1-fold term exciton results in deactivation after carrying out irregular movement of about 10nm, luminescent material is supplemented with it and it emits light in the light of a predetermined wavelength region.

[0028] Drawing 7 is each optical-absorption spectrum of PVCz of a monolayer, the PVCz layer by which the coumarin 6 was doped, and the coumarin 6 which exists by  $2.85 \times 10^{-5}$  (mol/l) in ethanol. Among drawing, a dashed line (a) is the absorption spectrum of PVCz, a solid line (b) is the absorption spectrum of a PVCz layer with which the coumarin 6 was doped, and an alternate long and short dash line (c) is the absorption spectrum of the ethanol solution of a coumarin 6. A coumarin 6 has an absorption peak near 400nm - 500nm in PVCz from a solid line (a) and a solid line (b), and the PVCz itself mainly has the property which absorbs light 350nm or less.

[0029] Drawing 8 is the spectrum view of the EL (electroluminescence) property of a PVCz monolayer, and PL (photoluminescence) property. A drawing destructive line is an emission spectrum by impression of voltage, and a solid line is an emission spectrum by the extinction of the light of a predetermined wavelength region. PVCz has EL peak and PL peak in about 400nm.

[0030] Although it is double luminescence of producing luminescence whose PVCz itself has a peak in about 400nm by the reunion of an electron and an electron hole in the monolayer type case of PVCz, and a coumarin 6 absorbing this part, and emitting light from drawing 7 and 8 In organic EL side light emitting device 12 of the two-layer structure of this operation form, PVCz does not almost have luminescence of 400nm peak, and since only luminescence of luminescent material is checked, it is guessed that the conversion efficiency is performed very good.

[0031] By such operation, organic EL side light emitting device 12 of this operation form can be driven on low-battery conditions, and can attain low-power-ization. For this reason, the portability of a liquid crystal display 11 can be raised. Moreover, since luminescence by organic EL side light emitting device 12 takes place near the interface of the electron hole transporting bed 17 and the electronic transporting bed 16 as described above, it does not almost have loss of the quantity of light that light should just pass the electron hole transporting bed 17 and the anode electrode 19 in the direction of thickness substantially. For this reason, the light for a display of sufficient quantity of light can be generated. Furthermore, since smooth and uniform thickness

can be formed by having constituted EL layer from an organic compound, it can consider as the good lighting of the homogeneity within a field of luminescence. In addition, since low-power-ization is attained as described above when using in the state of dark, a cell drive may be performed and a power supply may be made to take and drive from a plug socket.

[0032] As mentioned above, although the operation form 1 was explained, the case where inorganic EL material is used as an EL layer here, and the above-mentioned operation form 1 are compared and examined. In the operation form 1, the thickness of EL layer is about 0.15 micrometers, and can form evenly using the spin coating method. On the other hand, if inorganic EL material, for example, EL material of a titanium system, is applied to an electroluminescence layer, EL thickness from which suitable effective electric field and suitable luminescence are obtained will be set to dozens of micrometers. For this reason, from the distance  $d$  of the operation form 1, the distance  $d$  of the reflected lights explained using drawing 2 in the above-mentioned operation form 1 becomes long sharply, parallax will become large and a display image can be seen [ the distance / for this reason, ] in the case of inorganic EL light emitting device, multiplex. Moreover, light is emitted by the reunion of the electron and electron hole where the luminescence mechanism was poured in into EL layer in the operation form 1. Such an EL layer can be caught in semiconductor. On the other hand, in inorganic EL light emitting device, it is thought by introducing an electron by the tunnel effect etc. into EL layer, being accelerated by the high electric field currently impressed to EL layer, colliding with a luminescent center, and giving energy that luminescence is caused. That is, the mechanism of inorganic EL light emitting device can be caught in dielectric breakdown. If it thinks from this point, it can be said that it is easy to attain low-power-ization rather than the case where the direction at the time of using an organic system EL layer uses an inorganic system EL layer. In addition, in inorganic EL light emitting device, since luminescent material cannot be added in a luminous layer, control which emits light in arbitrary colors like organic EL light emitting device is very difficult.

[0033] Moreover, with this operation form, both the color by the light filter 27 and the color by organic EL side light emitting device 12 can be set up, and the difficult color specification according to the purpose becomes possible only by the light filter 27. With the above-mentioned operation form, although the reflector was smooth mirror-plane structure, the reflective cathode electrode 15 can perform a uniform display while the angle of visibility of a liquid crystal display will also spread, if the structure of forming and scattering detailed irregularity over a reflector is applied. Moreover, by adding the



luminescent material which emits light in the light of arbitrary wavelength regions, organic EL side light emitting device is the point which can perform a setup of the luminescent color, and is superior to the inorganic EL element. For this reason, in this invention, in addition to the composition of the polarizing plate which carries out the linearly polarized light, the phase contrast board which carries out elliptically polarized light, or liquid crystal, since a foreground color can be set up by the luminescent color of organic EL side light emitting device 12, selection of a color with more wide width of face is attained.

[0034] (Operation form 2) Drawing 9 is the cross section showing the operation form 2 of the liquid crystal display concerning this invention. With this operation form, it is the composition that a diffusion board is not arranged ahead of the liquid crystal display panel 13. Especially, with this operation form, since it was referred to as scatter reflection cathode electrode 15a which formed the reflective cathode electrode 15 of organic EL side light emitting device 12 by the vapor codeposition of magnesium and silver, even if a reflector becomes tooth-like and does not use a diffusion board, dispersion luminescence of uniform brightness can be performed. In addition, since other composition in this operation form is the same as that of the above-mentioned operation form 1, the explanation is omitted.

(Operation form 3) Drawing 10 is the cross section showing the operation form 3 of the liquid crystal display concerning this invention. In the liquid crystal display 11 of this operation form, the composition of the liquid crystal display panel 13 is the same as that of the above-mentioned operation form 1. The composition of organic EL side light emitting device 12 is the composition that have been arranged so that a substrate 14 may counter the liquid crystal display panel 13 (to anterior), and the anode electrode 19, the organic EL layer 18, and the reflective cathode electrode 15 were formed in the rear face of a substrate 14 one by one. Especially, with this operation form, a substrate 14 becomes by the transparent high polymer film, and the thickness is set as 0.2mm or less. In addition, the component of the organic EL layer 18 is the same as that of the above-mentioned operation form 1. Power consumption of organic EL side light emitting device 12 can be made low, and good luminescence of the homogeneity within a field can be made to perform like the above-mentioned operation form 1 also in this operation form. Furthermore, in this operation form, since the optical path difference of the reflected light according to reflection of outdoor daylight in the front face of a substrate 14 since thickness  $t$  of the substrate 14 of organic EL side light emitting device 12 is set as 0.2mm or less, and the reflected light in the reflective cathode electrode 15 becomes very small, it can suppress that a double image arises.

[0035] (Operation form 4) Drawing 11 is the cross section showing the operation form 4 of the liquid crystal display of this invention. In the liquid crystal display of this operation form, the liquid crystal display panel 13 adopts the liquid crystal mode in which the back polarizing plate 24 in the above-mentioned operation form 2 is omissible. Moreover, as for organic EL side light emitting device 12, it comes to form the anode electrode 19, the organic EL layer 18, and reflective cathode electrode 15a in the rear face of the back transparent substrate 21 of the liquid crystal display panel 13 one by one in one. In addition, it is formed by the electrode-material (for example, polycrystalline substance of Mg-Ag) film which has polycrystal structure, and detailed irregularity exists in a reflector like the above-mentioned operation form 2, and reflective cathode electrode 15a in this operation form prevents specular reflection, and an external image is reflected and carries out the thing suppression of it. By having considered as such composition, the liquid crystal display 11 which organic EL side light emitting device 12 and the liquid crystal display panel 13 unified is realizable, since there is no space where refractive indexes differ in between, a gap of a picture becomes smaller, and it can consider as compact structure with a thin shape more.

[0036] (Operation gestalt 5) Drawing 12 is the cross section showing the operation gestalt 5 of the liquid crystal display of this invention. In the liquid crystal display 11 of this operation gestalt, it is the same as that of the operation gestalt 1 which the composition of the liquid crystal display panel 13 described above. Organic EL side light emitting device 12 is the composition transposed to transparent cathode electrode 15b which the reflective cathode electrode 15 of the above-mentioned operation gestalt 1 becomes with transparent-electrode material. Moreover, the diffuse reflection board 33 which scatters an incident light behind organic EL side light emitting device 12 is arranged. Moreover, it has the structure where the diffusion board 41 is not arranged. By considering as such composition, as shown in drawing 12, the liquid crystal display panel 13 and organic EL side light emitting device 12 are passed, it is reflected with the diffuse reflection board 33, and the incident light a which is outdoor daylight in the state of Ming turns into the reflected light b. At this time, the reflected light b serves as a beam of light of a large number which are scattered about with the diffuse reflection board 33 and progress in the many directions instead of a single beam of light in fact. For this reason, the homogeneity within a field of the light which carries out incidence to the liquid crystal display panel 13 from back can be raised. The display according to the orientation of the liquid crystal of the liquid crystal display panel 13 is attained by driving organic EL side light emitting device 12, and making the light c for a display emit light in the state of dark. In this operation gestalt, if an incident light a hits the

front face of the diffuse reflection board 33 as described above, these incident lights can be scattered about and equalization of the reflected light can be attained. Other composition in this operation gestalt is the same as that of the above-mentioned operation gestalt 1 and abbreviation. In addition, if a substrate 14 is used as a macromolecule resin film, it may be thin compared with glass and may also have little attenuation of light.

[0037] (Operation form 6) Drawing 13 is the cross section showing the operation form 6 of the liquid crystal display of this invention. In the liquid crystal display 11 of this operation form, if the point of having formed the diffusion board 42 instead of the diffusion board 41 between the liquid crystal display panel 13 and organic EL side light emitting device 12 is removed, it will be the same composition as the operation form 1. The layer of a mutually different refractive index is the board by which two or more laminatings were carried out, and the diffusion board 42 has the function to diffuse the travelling direction of light, when the light by which incidence was carried out causes reflection and transparency by the interface of each class. In the liquid crystal display 11 of such structure, since it is spread with the diffusion board 42 with which the incident light a passed the liquid crystal layer 22 and the outgoing radiation light b reflected by reflection of the reflective cathode electrode 15 diffuses with the diffusion board 42 again when using as a reflected type, while the angle of visibility of a liquid crystal display also spreads more, uniform brightness can be displayed from being spread doubly. Moreover, since it is once spread also in a penetrated type case, the homogeneity within a field of luminescence becomes high and the outstanding display can be performed.

[0038] (Operation gestalt 7) Drawing 14 is the cross section showing the operation gestalt 7 of the liquid crystal display of this invention. In the liquid crystal display 11 of this operation gestalt, if the liquid crystal display panel 13 removes the point which has adopted the liquid crystal mode in which the back polarizing plate 24 is not used, it will be the same composition as the operation gestalt 1. With this operation gestalt, since it does not have the back polarizing plate 24, outdoor daylight does not penetrate the back polarizing plate 24 twice as a reflected type. For this reason, in the use in a reflected type and a penetrated type, the difference of the brightness between both is small. Moreover, with this operation gestalt, since the polarizing plate was made into one sheet, there is an advantage that the permeability of light becomes good more.

[0039] (Operation gestalt 8) Drawing 15 is the cross section showing the operation gestalt 8 of the display of this invention. Shell profile composition of the liquid crystal display 11 of this operation gestalt is carried out with the liquid crystal display panel 13

and organic EL side light emitting device 12 arranged back relatively. The metal 15 of the light reflex nature of a low work function, for example, the reflective cathode electrode which becomes by MgIn, is formed on the substrate 14 which the organic EL light emitting device 12 becomes with glass. In addition, it is close to the electron affinity of electronic transporting-bed 16 material by which low material has a desirable work function and the electron affinity (eV) is reflected in the level of a minimum sky molecular orbital (LUMO) of the material of the electronic transporting bed 16 from a viewpoint of electron emission nature as a material of the reflective cathode electrode 15, or it is desirable that it is smaller than it. Moreover, the material which has reflection nature from a viewpoint of light reflex nature to the light (400nm or more electromagnetic wave 800nm or less) more is desirable. On the reflective cathode electrode 15, the organic EL layer 18 which comes to carry out the laminating of the \*\* to the electron hole transporting bed 17 where the electronic transporting bed 16 which consists of Alq3, and PVCz, BND and luminescent material were intermingled one by one is formed. The laminating of the anode electrode 19 is carried out on the organic EL layer 18.

[0040] Luminescent material absorbs the light of a predetermined wavelength region, is a dopant which consists of red and photoluminescence (photoluminescence) material which emits light green and blue, respectively, and is doped by the electron hole transporting bed and/or the electronic transporting bed. As a red dopant, there is DCM1 and the orange or red luminescence which has a luminescence peak near 600nm as shown in drawing 18 is produced. There is a coumarin 6 as a green dopant and green luminescence which has a peak in 500nm - 550nm as shown in drawing 18 is shown. There is a Quinacridone as other green dopants. As a blue dopant, TPB is applicable. As other blue dopants, there are a - screw (2 and 2'-diphenyl vinylene) biphenyl, and 4 and 4' -4, 4'-screw (2-carbazole) (biphenylene) biphenyl, a tetrapod phenyl butadiene derivative, a cyclopentadiene derivative, an OKISA diazole derivative, etc. the spectrum of the light filter which about 1 / 100 - 4/100 come out comparatively, and the rate of a mole ratio to a PVCz unit unit is mixed, and mentions a red dopant, a green dopant, and a blue dopant later, respectively -- the amount of dopes is adjusted in accordance with a spectrum

[0041] The liquid crystal display panel 13 is arranged at the external surface side of the anode electrode 19 of organic EL side light emitting device 12, and has the structure where the liquid crystal layer 22 was made to intervene between the front transparent substrates 20 of a couple and the back transparent substrates 21 by which the front polarizing plate 23 and the back polarizing plate 24 were formed in both external

surface, respectively. The common electrode 25 which has 70% or more of permeability in the field of the opposite inside to the light which consists of ITO continues all over a viewing area, the front transparent substrate 20 is formed, and the last orientation film 29 which consists of a polyimide by which orientation processing was carried out is formed on the common electrode 25. Much TFT31 which is the switching elements connected to the pixel electrode 30 which becomes by ITO, and this pixel electrode 30 is arranged at the opposite inside side of the back transparent substrate 21 according to the pixel array. The array pattern is the matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it. It connects with the gate line to which the gate electrode outputs selection voltage, and TFT31 is connected to the drain line to which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the layer insulation film 34 which consists of a silicon nitride is carried out, it consists of a polyimide on the pixel electrode 30 and the layer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these TFT31.

[0042] In this operation gestalt, the liquid crystal 45 by which initial orientation was carried out in the predetermined direction between the last orientation film 29 and the back orientation film 32 intervenes. The molecule of liquid crystal 45 is in the state which was regulated by the orientation films 29 and 32 and inclined by few pre tilt angles to the 29 or 32nd page of the aforementioned orientation film, and is carrying out twist orientation of the direction of orientation on the orientation films 29 and 32 in the direction predetermined on \*\*10-degree 75-degree twist square toward the substrate side of another side from one substrate side.

[0043] And the value of  $\Delta n d$  which is the product of refractive-index anisotropy  $\Delta n$  of liquid crystal 22, and the liquid crystal thickness  $d$  in this liquid crystal display 11, According to the electrode 30 of both the substrates 20 and 21 of the liquid crystal display panel 13, and the voltage impressed among 25, the color of outgoing radiation light in case an incident light is the white light has set up the sense of the transparency shaft of the polarizing plates 23 and 24 of a front reverse side couple so that it may change to red, green, blue, black, and white at least.

[0044] Drawing 16 is drawing which looked at the sense of the orientation state of the liquid crystal molecule of the above-mentioned liquid crystal display panel 13, and the transparency shaft of each polarizing plates 23 and 24 from the front-face side of a liquid crystal display 11, and with this operation gestalt, while setting the value of  $\Delta n d$  of the liquid crystal display panel 13 as 800nm - 1100nm, polarizing plates 23 and 24 make the following sense each transparency shaft 23a and 24a, and are

arranged.

[0045] Namely, direction of liquid crystal molecular orientation (direction of rubbing of orientation film 32) 21a [ near the one substrate 21 of the liquid crystal display panel 13, for example, a substrate, ] like drawing 16 Direction of liquid crystal molecular orientation (direction of rubbing of orientation film 32) 20a [ near the substrate 20 of a 52.5-degree direction / \*\*5-degree / and another side ] in the clockwise direction to the horizontal axis S of the liquid crystal display panel 13 It is in the counterclockwise direction in the \*\*5-degree direction of 52.5 degree to the aforementioned horizontal axis S, and the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation of the twist direction in the clockwise direction on \*\*10-degree 75-degree twist square toward the substrate 20 from the substrate 21, as the dashed line arrow showed.

[0046] If direction of liquid crystal molecular orientation 21a [ near the substrate 21 of the liquid crystal display panel 13 ] is made into a 0-degree direction, and transparency shaft 24a of the polarizing plate 24 which counters the substrate 21 of the liquid crystal display panel 13 It is in the twist direction and opposite direction of the aforementioned liquid crystal molecule in the \*\*3-degree direction of 52.5 degree, and transparency shaft 23a of the polarizing plate 23 which counters the substrate 20 of the liquid crystal display panel 13 is in the aforementioned twist direction and an opposite direction in the \*\*3-degree direction of 47.5 degree.

[0047] The liquid crystal display 11 of this operation gestalt is what colors light using a birefringence operation of the liquid crystal layer of the liquid crystal display panel 13, and the polarization of the polarizing plates 23 and 24 of a couple. The linearly polarized light which penetrated and carried out incidence of the front polarizing plate 23 in this liquid crystal display 11 A polarization state is changeable in the process which passes along the liquid crystal display panel 13 with a birefringence operation of the liquid crystal layer, and each wavelength light turns into light used as the elliptically polarized light from which a polarization state differs, respectively, and carries out incidence to the back polarizing plate 24. The light which penetrated the polarizing plate 24 after this turns into coloring light of a color according to the ratio of the optical intensity of each wavelength light which constitutes the light, and it is reflected by the reflective cathode electrode 15, and this coloring light penetrates the aforementioned polarizing plate 24, the liquid crystal display panel 13, and the front polarizing plate 23 in order, and carries out outgoing radiation to the front-face side of a liquid crystal display.

[0048] In addition, the light reflected by the reflective cathode electrode 15 is the process which carries out outgoing radiation to a front-face side, and in order for the

liquid crystal layer 22 of the liquid crystal display panel 13 to receive a birefringence operation in a path contrary to the time of incidence, to become the almost same linearly polarized light as the time of incidence and to carry out incidence to a polarizing plate 23, the light which penetrates and carries out outgoing radiation of this polarizing plate 23 is the light reflected by the reflective cathode electrode 15, and a coloring light which hardly changes.

[0049] And since a birefringence operation of the liquid crystal layer of the aforementioned liquid crystal display panel 13 changes with the change of the orientation state of a liquid crystal molecule according to the applied voltage to this liquid crystal layer and the polarization state of the light which carries out incidence to the back polarizing plate 24 in connection with it changes, coloring of light changes according to the ratio of the optical intensity of each wavelength light which penetrates a polarizing plate 24 after this.

[0050] Namely, if voltage is impressed between the electrode 25 of the liquid crystal display panel 13, and 30, although a birefringence operation of a liquid crystal layer will become small along with starting and carrying out orientation and the start angle of this liquid crystal molecule becoming large, a liquid crystal molecule maintaining a twist orientation state If a birefringence operation of the liquid crystal layer of the liquid crystal display panel 13 changes, since the polarization state of the light which penetrates the liquid crystal display panel 13 and carries out incidence to the back polarizing plate 24 will change, Coloring of light changes according to the ratio of the optical intensity of each wavelength light which penetrates a polarizing plate 24 after this, it is reflected by the reflective cathode electrode 15, and the light carries out outgoing radiation to the front-face side of the liquid crystal display panel 13.

[0051] Thus, according to an electrode 25 and the voltage impressed among 30, the color of the outgoing radiation light of this liquid crystal display 11, i.e., a foreground color, changes. The color which can be displayed by one pixel of this liquid crystal display 11 contains all of red, green, and blue in three primary colors, the black which is an almost colorless dark display, and the white which is the almost colorless Ming display.

[0052] Drawing 17 is the  $a^*-b^*$  chromaticity diagram showing change of the foreground color of the liquid crystal display 11 of this operation gestalt. In order of the direction of an arrow, i.e., (Red R)  $\rightarrow$  (green G)  $\rightarrow$  (blue B)  $\rightarrow$  black  $\rightarrow$  white, as shown in this drawing, in the electrode 25 of the liquid crystal display panel 13, and the initial state which is not impressing voltage among 30, the foreground color of the above-mentioned liquid crystal display 11 is a color near purple (P), and changes in connection with making high an electrode 25 and voltage impressed among 30. Each foreground color of

these red, green, blue, and black and white is a clear color with high color purity.

[0053] Moreover, when the rate of outgoing radiation in a black display state is set to  $R(\min)$  and the rate of outgoing radiation in a white display state is set to  $R(7V)$  in the time of  $R(5V)$  and applied voltage being 7V in the time of applied voltage being 5V, the rate of outgoing radiation of the above-mentioned electrochromatic display display is  $R(7V) = 29.55\%$  with a% [ $R(5V) = 22.85\%$ ] of  $R(\min) = 2.78\%$ .

[0054] And the contrast CR of a display of the black in the above-mentioned liquid crystal display 11, and white If contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white to 5V to 7V is set to CR (7V) It is  $CR(5V) = 8.22$   $CR(7V) = 10.63$ , and even when applied voltage for, of course displaying white when applied voltage for displaying white is set to 7V is set to 5V, contrast high enough is acquired.

[0055] The molecule of the liquid crystal 45 of the liquid crystal display panel 13 is carrying out twist orientation of such a foreground color and contrast in the direction predetermined on  $10^\circ$ - $75^\circ$  twist square toward the substrate 20 side from the substrate 21 side. While the value of  $\Delta n$  of this liquid crystal display panel 13 is  $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$  When direction of orientation 21a of a liquid crystal molecule [ near the substrate 21 ] is made into a  $0^\circ$  direction, Transparency shaft 24a of a polarizing plate 24 to the twist direction and opposite direction of a liquid crystal molecule The  $3^\circ$  direction of  $52.5^\circ$  degree, Display quality becomes bad in the order of contrast and a foreground color as the degree will become large, if transparency shaft 23a of a polarizing plate 23 is obtained by the aforementioned twist direction and the opposite direction a condition [ being set up in the  $3^\circ$  direction of  $47.5^\circ$  degree ] and these conditions have the aforementioned range removed.

[0056] Therefore, while coloring light according to this liquid crystal display 11, without using a light filter, two or more colors by the same pixel are displayed, moreover, while making contrast high, the three primary colors of the white which is the foundations of a display, black and red, green, and blue can be displayed, and clear and rich multicolor color display of color can be realized.

[0057] Moreover, when using as a penetrated type, as the conventional ECB liquid crystal display was shown in drawing 34 , the rate of outgoing radiation changed with foreground colors. Compared with other colors, brightness could not check especially blue by looking easily low. Although a coumarin 6 can be applied as DCM1 and a green dopant, TPB can be applied as a blue dopant as a red dopant and white luminescence can be carried out in organic EL side light emitting device 12, if the mixing ratio of a dopant is applied so that light may be emitted in blue white, blue brightness becomes



high relatively and brightness balance to each color can be made good. Thus, since the luminescent material which emits light in each color can be set up arbitrarily, the color and brightness of a foreground color according to the purpose are controllable by organic EL side light emitting device 12. In addition, since this operation gestalt 9 has the anode electrode 19 and the organic EL layer 18 above a substrate 14, generating of the double image resulting from reflection by the interface of a substrate 14 can be prevented. Moreover, since the thickness of the anode electrode 19 and the organic EL layer 18 can set up very thinly, it can also be suppressed that originate in such thickness and a double image arises.

[0058] (Operation gestalt 9) Drawing 19 - drawing 21 show the operation gestalt 9 of this invention, and drawing 19 is the cross section of the liquid crystal display 11 of this operation gestalt. Shell profile composition of the display 11 of this operation gestalt is carried out with the liquid crystal display panel 13 and organic EL side light emitting device 12 arranged back relatively. The liquid crystal display panel 13 has the structure where the liquid crystal layer 45 intervened between the front transparent substrate 20 of a couple, and the back transparent substrate 21, the phase contrast board 49 has been arranged at the lateral surface of the front transparent substrate 20, the front polarizing plate 23 has been arranged at the superficies side of the phase contrast board 49, and the back polarizing plate 24 has been arranged at the superficies side of the back transparent substrate 21. And the diffusion board 41 is arranged ahead of this liquid crystal display panel 13.

[0059] The last orientation film 29 with which the above-mentioned front transparent substrate 20 consists of a polyimide by which the common electrode 25 which has 70% or more of permeability in the field of the opposite inside to the light which consists of ITO was formed over the whole viewing-area surface, and orientation processing was carried out on the common electrode 25 is formed. Much TFT31 which is the switching elements connected to the pixel electrode 30 and the pixel electrode 30 which become by ITO is arranged at the opposite inside side of the back transparent substrate 21 according to the pixel array. The array pattern is the matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it. It connects with the gate line to which the gate electrode outputs selection voltage, and TFT31 is connected to the drain line to which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the layer insulation film 34 which consists of a silicon nitride is carried out, it consists of a polyimide on the pixel electrode 30 and the layer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these TFT31.

Between the last orientation film 29 and the back orientation film 32, the liquid crystal layer 45 by which initial orientation was carried out in the predetermined direction intervenes.

[0060] In the liquid crystal display 11 of this operation gestalt The value of  $\delta$  of the liquid crystal layer 45 closed by the liquid crystal display panel 13 interior, and the value of the retardation of the phase contrast board 49, According to an electrode 25 and the voltage impressed among 30, the color of outgoing radiation light in case an incident light is the white light has set up the sense of the transparency shaft of the polarizing plates 23 and 24 of a front reverse side couple, and the lagging axis of the phase contrast board 49 so that it may change to red, green, blue, black, and white at least.

[0061] Drawing 20 is drawing which looked at the sense of the orientation state of the closed liquid crystal molecule, the transparency shaft of each polarizing plates 23 and 24, and the lagging axis of the phase contrast board 49 from the screen side of display 11. with this operation gestalt While setting the value of 75 degrees  $\theta$  degrees and  $\delta$  as 800nm - 1100nm for the twist angle of a liquid crystal molecule and using that whose value of a retardation is 60nm $\times$ 20nm as a phase contrast board 49 The transparency shafts 23a and 24a were made into the following sense, before and the back polarizing plates 23 and 24 have been arranged, the lagging-axis 49a was made into the following sense, and the aforementioned phase contrast board 49 is arranged.

[0062] Namely, direction of liquid crystal molecular orientation 21a [ near one substrate 21, for example, a back transparent substrate, ] like drawing 20 Direction of liquid crystal molecular orientation 20a [ near the front transparent substrate 20 of a 52.5-degree direction /  $\theta$ -degree / and another side ] in the clockwise direction to the horizontal axis S of the liquid crystal display panel 13 It is in the counterclockwise direction in the  $\theta$ -degree direction of 52.5 degree to the aforementioned horizontal axis S, and the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation of the twist direction in the clockwise direction on  $\theta$ -degree 75-degree twist square toward the front-face side substrate 20 from the rear-face side substrate 21, as the dashed line arrow showed.

[0063] If direction of liquid crystal molecular orientation 21a [ near the rear-face side substrate 21 ] is made into a 0-degree direction, and transparency shaft 24a of the back polarizing plate 24 which counters the rear-face side substrate 21 Transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23 which is in the twist direction and opposite direction of the aforementioned liquid crystal molecule in the  $\theta$ -degree direction of 52.5 degree, and counters the front-face side substrate 20 It is in the aforementioned twist direction and an opposite direction in the  $\theta$ -degree direction of 60.5 degree, and lagging-axis

49a of the phase contrast board 49 is in the aforementioned twist direction and an opposite direction in the  $\pm 3$ -degree direction of 52.5 degree further.

[0064] The display 11 of this operation gestalt is what colors light using a birefringence operation of the liquid crystal layer of the liquid crystal display panel 13 and a birefringence operation of the phase contrast board 49, and the polarization of the polarizing plates 23 and 24 of a couple. The linearly polarized light which penetrated and carried out incidence of the front polarizing plate 23 in this electrochromatic display display A polarization state is changeable with a birefringence operation of the aforementioned phase contrast board 49 and a birefringence operation of liquid crystal 45 in the process which passes along the phase contrast board 49 and the liquid crystal layer 45, and each wavelength light turns into light used as the elliptically polarized light from which a polarization state differs, respectively, and carries out incidence to the back polarizing plate 24. The light which penetrated the polarizing plate 24 after this turns into coloring light of a color according to the ratio of the optical intensity of each wavelength light which constitutes the light. It is reflected by the reflective cathode electrode 15, and this coloring light penetrates the aforementioned background polarizing plate 24, liquid crystal 45, the phase contrast board 49, and the front polarizing plate 23 in order, and carries out outgoing radiation to the front-face side of a liquid crystal display.

[0065] In addition, the light reflected by the reflective cathode electrode 15 is the process which carries out outgoing radiation to a front-face side, and in order for the liquid crystal layer 45 and the phase contrast board 49 to receive a birefringence operation in a path contrary to the time of incidence, to become the almost same linearly polarized light as the time of incidence and to carry out incidence to the front polarizing plate 23, the light which penetrates and carries out outgoing radiation of this side-front polarizing plate 23 is the light reflected by the reflective cathode electrode 15, and a coloring light which hardly changes

[0066] And since a birefringence operation of the liquid crystal layer 45 changes with the change of the orientation state of a liquid crystal molecule according to the applied voltage to this liquid crystal 45 and the polarization state of the light which carries out incidence to the back polarizing plate 24 in connection with it changes, Coloring of light changes according to the ratio of the optical intensity of each wavelength light which penetrates a polarizing plate 24 after this, it is reflected by the reflective cathode electrode 15, and the light carries out outgoing radiation to the front-face side of a liquid crystal display 11.

[0067] Therefore, according to an electrode 30 and the voltage impressed among 25, the

color of the outgoing radiation light of this liquid crystal display 11, i.e., a foreground color, changes. The color which can be displayed by one pixel of this liquid crystal display 11 contains all of red, green, and blue in three primary colors, the black which is an almost colorless dark display, and the white which is the almost colorless Ming display.

[0068] Drawing 21 is the  $a^*b^*$  chromaticity diagram showing change of the foreground color of a liquid crystal display 11. As shown in this drawing, between an electrode 25 and 30, by voltage and the initial state which is not impressed, the foreground color of a liquid crystal display 11 is a color near purple (P), and changes in order of (Red R) → (green G) → (blue B) → black → white in connection with making high applied voltage between an electrode 25 and 30. Each foreground color of these red, green, blue, and black and white is a clear color with high color purity.

[0069] Moreover, when the rate of outgoing radiation of the display state of the black in the liquid crystal display 11 of this operation gestalt is set to R (min) and the rate of outgoing radiation in a white display state is set to R (7V) in the time of R (5V) and applied voltage being 7V in the time of applied voltage being 5V, the rate of outgoing radiation of this electrochromatic display display is  $R(7V) = 28.91\%$  with  $a\%$  [  $R(5V) = 23.64\%$  ]

[0070] And the contrast CR of a display of the black in this electrochromatic display display, and white If contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white to 5V to 7V is set to CR (7V) It is  $CR(5V) = 7.16$   $CR(7V) = 8.76$ , and even when applied voltage for, of course displaying white when applied voltage for displaying white is set to 7V is set to 5V, contrast high enough is acquired.

[0071] Therefore, while coloring light according to this liquid crystal display 11, without using a light filter, two or more colors by the same pixel are displayed, moreover, while making contrast high, the three primary colors of the white which is the foundations of a display, black and red, green, and blue can be displayed, and clear and rich multicolor color display of color can be realized.

[0072] In addition, with the above-mentioned operation gestalt 8, although transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23 was set up in the  $\pm 3$ -degree direction of 52.5 degree to the 0-degree direction like drawing 20, lagging-axis 49a of a 60.5-degree direction [  $\pm 3$ -degree ] and the phase contrast board 49 The value of 75 degrees  $\pm 3$  degrees and  $\Delta$  for the twist angle of a liquid crystal molecule like this operation gestalt 800nm - 1100nm, When setting the value of the retardation of the phase contrast board 49 to 60nm  $\pm 20$ nm and setting transparency shaft 24a of the back

polarizing plate 24 as the twist direction and opposite direction of the aforementioned liquid crystal molecule in the  $\pm 3$ -degree direction of 52.5 degree, it receives in the 0 degree direction. Transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23 to the twist direction and opposite direction of a liquid crystal molecule The direction of the 51.5-degree  $\pm 3$  degrees - 60.5 degree range of  $\pm 3$  degrees, If lagging-axis 49a of the phase contrast board 49 is in the aforementioned twist direction and an opposite direction in the direction of the 42.5-degree  $\pm 3$  degrees - 52.5 degree range of  $\pm 3$  degrees, white, black and red, green, and blue can be displayed by high color purity. Moreover, in this operation gestalt, since the diffusion board 41 is arranged ahead of the liquid crystal display panel 13, in connection with the specular reflection in the reflective cathode electrode 15, a reflect lump of an external image and generating of a double image can be suppressed. Moreover, homogeneity within a field of the light generated in organic EL side light emitting device 12 can be made high with the diffusion board 41.

[0073] (Operation form 10) The operation form 10 is explained below. With this operation form, if a liquid crystal display 11 removes the direction of transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23, and the direction of lagging-axis 49a of the phase contrast board 49, it will be the same composition as the above-mentioned operation form 9.

[0074] Drawing 22 shows the operation form 10 of this invention, and is drawing which looked at the sense of the orientation state of the liquid crystal molecule of the liquid crystal display panel 13, the transparency shafts 23a and 24a of each polarizing plates 23 and 24, and the lagging axis of the phase contrast board 49 from the display side of display 11. With this operation form, it receives in the 0-degree direction (direction of liquid crystal molecular orientation 21a [ near the back transparent substrate 21 ]). Transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23 to the twist direction and opposite direction of a liquid crystal molecule The  $\pm 3$ -degree direction of 51.5 degree, Lagging-axis 49a of the phase contrast board 49 is made into the aforementioned twist direction and an opposite direction in the  $\pm 3$ -degree direction of 42.5 degree, and the sense of the directions [ near both the substrates 20 and 21 ] 21a and 20a of liquid crystal molecular orientation and transparency shaft 24a of the back polarizing plate 24 is the same as drawing 20 .

[0075] Drawing 23 is the  $a^*b^*$  chromaticity diagram showing change of the foreground color of the liquid crystal display 11 by this operation form, and changes in order of (Red R) -> (green G) -> (blue B) -> black -> white in connection with the foreground color of this liquid crystal display 11 making high applied voltage between an electrode 25 and

30. Each foreground color of these red, green, blue, and black and white is a clear color with high color purity.

[0076] Moreover, the rate of outgoing radiation of the light in this liquid crystal display 11 is  $R(7V) = 30.60\%$  with a% [  $R(5V) = 24.08\%$  ] of  $R(\min) = 2.76\%$ .

[0077] And CR (7V) is  $CR(5V) = 8.72$   $CR(7V) = 11.09$  about the contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white in this liquid crystal display 11 to 5V to 7V.

[0078] Also in this operation form, since the diffusion board 41 is arranged ahead of the liquid crystal display panel 13, in connection with the specular reflection in the reflective cathode electrode 15, a reflect lump of an external image and generating of a double image can be suppressed. Moreover, homogeneity within a field of the light generated in organic EL side light emitting device 12 can be made high with the diffusion board 41.

[0079] (Operation form 11) Drawing 24 and drawing 25 show the operation form 11 of this invention. With this operation form, if a liquid crystal display 11 removes the direction of transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23, the direction of lagging-axis 49a of the phase contrast board 49, and the direction of transparency shaft 24a of a polarizing plate 24, it will be the same composition as the above-mentioned operation form 9. Transparency shaft 23a [ in / the liquid crystal display 11 of this operation form / in drawing 24 ] of the orientation state of the molecule of the liquid crystal layer 45, and each polarizing plates 23 and 24, It is drawing which looked at the sense of 24a and lagging-axis 49a of the phase contrast board 49 from the front-face side of a liquid crystal display 11. with this operation form While setting the value of 75 degrees \*\*3 degrees and delatand as 800nm - 1100nm for the twist angle of a liquid crystal molecule and using that whose value of a retardation is 60nm\*\*20nm as a phase contrast board 49 The transparency shafts 23a and 24a were made into the following sense, before and the back polarizing plates 23 and 24 have been arranged, the lagging-axis 49a was made into the following sense, and the aforementioned phase contrast board 49 is arranged.

[0080] Namely, direction of liquid crystal molecular orientation 21a [ near one substrate 21, for example, a back transparent substrate, ] like drawing 24 Direction of liquid crystal molecular orientation 20a [ near the front transparent substrate 20 of a 52.5-degree direction / \*\*5-degree / and another side ] in the clockwise direction to the horizontal axis S of the liquid crystal display panel 13 It is in the counterclockwise direction in the \*\*5-degree direction of 52.5 degree to the aforementioned horizontal axis S, and the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation of the twist

direction in the clockwise direction on  $\pm 10$ -degree 75-degree twist square toward the front transparent substrate 20 from the back transparent substrate 21, as the dashed line arrow showed.

[0081] If direction of liquid crystal molecular orientation 21a [ near the back transparent substrate 21 ] is made into a 0-degree direction, and transparency shaft 24a of the back polarizing plate 24 which counters the back transparent substrate 21 Transparency shaft 23a of the front polarizing plate 23 which is in the twist direction and opposite direction of the aforementioned liquid crystal molecule in the  $\pm 3$ -degree direction of 47.5 degree, and counters the front-face side substrate 20 It is in the aforementioned twist direction and an opposite direction in the  $\pm 3$ -degree direction of 36.5 degree, and lagging-axis 49a of the phase contrast board 49 is in the aforementioned twist direction and an opposite direction in the  $\pm 3$ -degree direction of 138.5 degree further.

[0082] The color which colors light and can display the liquid crystal display 11 of this operation form by one pixel of this electrochromatic display display using a birefringence operation of liquid crystal 45 and a birefringence operation of the phase contrast board 49, and the polarization of the polarizing plates 23 and 24 of a couple also contains all of red, green, and blue in three primary colors, the black which is an almost colorless dark display, and the white which is the almost colorless Ming display.

[0083] Drawing 25 is the  $a^*b^*$  chromaticity diagram showing change of the foreground color of a liquid crystal display 11. Like this drawing 25, between an electrode 25 and 30, the foreground color of a liquid crystal display 11 is a color near purple (P), and changes in order of (Red R)  $\rightarrow$  (green G)  $\rightarrow$  (blue B)  $\rightarrow$  black  $\rightarrow$  white in connection with making high applied voltage between an electrode 25 and 30 by voltage and the initial state which is not impressed. Each foreground color of these red, green, blue, and black and white is a clear color with high color purity.

[0084] Moreover, when the rate of outgoing radiation of the display state of the black in the liquid crystal display 11 of this operation form is set to R (min) and the rate of outgoing radiation in a white display state is set to R (7V) in the time of R (5V) and applied voltage being 7V in the time of applied voltage being 5V, the rate of outgoing radiation of this electrochromatic display display is  $R(7V) = 28.35\%$  with  $a\%$  [  $R(5V) = 22.37\%$  ]

[0085] And the contrast CR of a display of the black in this liquid crystal display 11, and white If contrast when setting applied voltage for displaying CR (5V) and white for the contrast when setting applied voltage for displaying white to 5V to 7V is set to CR (7V) It is  $CR(5V) = 12.09$   $CR(7V) = 15.32$ , and even when applied voltage for, of course

displaying white when applied voltage for displaying white is set to 7V is set to 5V, contrast high enough is acquired.

[0086] Namely, the liquid crystal display 11 of this operation gestalt While arranging one phase contrast board 49 between one polarizing plate 23 of the polarizing plates 23 and 24 of the couple arranged on both sides of substrates 20 and 21 (this operation gestalt front polarizing plate), and a substrate 20 The twist angle of a liquid crystal molecule is made into 75 degrees \*\*10 degrees. further the value of  $\Delta n d$  of liquid crystal 45 800nm - 1100nm, The red at the time of setting the value of the retardation of the phase contrast board 49 to 60nm\*\*20nm, According to this liquid crystal display 11, the arrangement conditions of the polarizing plates 23 and 24 with which the foreground color of green, blue, black, and white is obtained, and the phase contrast board 49 based on existing besides the conditions of the above-mentioned operation gestalten 9 and 10 While coloring light, without using a light filter, two or more colors by the same pixel are displayed, moreover, while making contrast high, the three primary colors of the white which is the foundations of a display, black and red, green, and blue can be displayed, and clear and rich multicolor color display of color can be realized.

[0087] (Operation gestalt 12) Drawing 26 is the cross section showing the operation gestalt 12 of the liquid crystal display of this invention. 11 in the said drawing is display and is the same composition as the liquid crystal display panel 13, organic EL side light emitting device 12, and the operation gestalt 8 described above when removing the point which shell profile composition is carried out and does not have the back polarizing plate 24. In the liquid crystal display 11 of such structure, since the polarizing plate is made into one sheet, while it is good opaque and the whole brightness becomes high, the difference of the brightness in a reflected type and a penetrated type can be made small.

[0088] When an ECB type liquid crystal display like the above-mentioned operation gestalten 8-12 was used as a penetrated type, as shown in drawing 34, the rate of outgoing radiation changed with foreground colors. Compared with other colors, brightness could not check especially blue by looking easily low. Although a coumarin 6 can be applied as DCM1 and a green dopant, TPB can be applied as a blue dopant, for example as a red dopant and white luminescence can be carried out in organic EL side light emitting device 12 of the above-mentioned operation gestalten 8-12, if the mixing ratio of a dopant is applied so that light may be emitted in blue white, blue brightness becomes high relatively and brightness balance to each color can be made good. Thus, since the luminescent material which emits light in each color can be set up arbitrarily,



the color and brightness of a foreground color according to the purpose are controllable by organic EL side light emitting device 12. Moreover, it becomes possible by arranging a diffusion board suitably to the liquid crystal display 11 of the above-mentioned operation gestalten 8-12 to perform the high display of the homogeneity within a field.

[0089] (Operation gestalt 13) Drawing 27 is the cross section showing the operation gestalt 13 of the liquid crystal display of this invention. 11 in the said drawing is display and shell profile composition is carried out with the liquid crystal display panel 13 and organic EL side light emitting device 12. The liquid crystal display panel 13 is arranged at the superficies side of the anode electrode 19 of organic EL side light emitting device 12, and has structure which enclosed liquid crystal 45 between the front transparent substrate 20 of a couple, and the back transparent substrate 21. The last orientation film 29 with which the front transparent substrate 20 consists of a polyimide by which the common electrode 25 which has 70% or more of permeability in the field of the opposite inside to the light which consists of ITO was formed over the whole viewing-area surface, and orientation processing was carried out on the common electrode 25 is formed. Much TFT31 which is the switching elements connected to the pixel electrode 30 and the pixel electrode 30 which become by ITO is arranged at the opposite inside side of the back transparent substrate 21 according to the pixel array. The array pattern is the matrix array arranged together with the direction of a train which intersects perpendicularly with a line writing direction and it. It connects with the gate line to which the gate electrode outputs selection voltage, and TFT31 is connected to the drain line to which the drain electrode outputs a signal level. Pattern formation of the layer insulation film 34 which consists of a silicon nitride is carried out, it consists of a polyimide on the pixel electrode 30 and the layer insulation film 34, and the back orientation film 32 with which orientation processing was performed is formed in the non-pixel field containing these TFT31. Between the last orientation film 29 and the back orientation film 32, the liquid crystal layer 45 by which initial orientation was carried out in the predetermined direction intervenes.

[0090] the liquid crystal layer 45 can be chosen from the so-called PCGH liquid crystal which made phase transition (cholesteric - nematic) type liquid crystal add a dichromatic dye, PD (macromolecule distributed type) liquid crystal, PD liquid crystal, etc. With a liquid crystal display 11, since all [ a polarizing plate and a light filter ], while the difference of the brightness between a reflected type and a penetrated type becomes smaller, high brightness can such be displayed.

[0091] Although constituted from the liquid crystal display panel 13 and organic EL side light emitting device 12 by the above-mentioned operation gestalten 1-13, you may be

the structure which has arranged the optical travelling-direction control strip 53 as shown in drawing 28 (a) and (b) between the liquid crystal display panel 13 of the liquid crystal display 11 of these operation gestalt, and organic EL side light emitting device 12. The optical travelling-direction control strip 53 consists of light-transmission nature material, such as a polycarbonate, polyester, and the poly acrylic, and the refractive index is set as 1.3-1.4. Moreover, an opposed face side with the liquid crystal display panel 13 is given in the shape of [ which is regularly irregular ] a micro triqueter, and the optical travelling-direction control strip 53 has a plane structure with a smooth opposed face side with organic EL side light emitting device 12. It is set up with the tilt angle  $\theta$  between the smooth side of micro prism, and an inclined plane, and  $\theta'$ . here the incident angle of the light to the optical travelling-direction control strip 53 The shaft of the direction of a normal by the side of the screen of the screen of the liquid crystal display panel 13 or the shaft of the direction of a normal by the side of the liquid crystal display panel 13 of the smooth base of a control strip 53 is made into 0 degree, and it is an inclination to + (degree) and an opposite direction about the inclination by the side of the tilt angle between the smooth side of micro prism, and an inclined plane. - It defines by (degree). If a tilt angle is set as 25 degrees, the incident light X whose incident angle at the time of a reflected type is +30 degrees can carry out outgoing radiation as an outgoing radiation light which is 0 degree. In addition, drawing 29 shows the relation of the angle of an incident light and the angle of outgoing radiation light to which the degree of tilt angle of the optical travelling-direction control strip 53 responded.

[0092] (Operation gestalt 14) Drawing 30 is the cross section showing the operation gestalt 14 of the liquid crystal display of this invention. This liquid crystal display 11 forms organic EL side light emitting device 12 in the front-face side of the back transparent substrate 21 which constitutes the liquid crystal display panel 13. Moreover, in the liquid crystal display panel 13, the liquid crystal mode which is not equipped with the back polarizing plate 24 is adopted. In addition, since other composition is the same as that of the above-mentioned operation gestalt 1, the explanation is omitted. In this operation gestalt, since the transparent substrate for EL by the side of organic EL side light emitting device 12 is omissible, thin shape-ization of the whole equipment can be attained.

[0093] (Operation gestalt 15) Drawing 31 is the cross section showing the operation gestalt 15 of the liquid crystal display of this invention. As the liquid crystal display 11 of this operation gestalt is shown in this drawing, the pixel electrode 30 and TFT31 are formed in the rear face of the front transparent substrate 20, and the last orientation

film 29 is formed so that these may be covered. Moreover, the laminating of the reflective cathode electrode 15, the organic EL layer 18, and the anode electrode 19 is carried out to the front face of the back transparent substrate 21 one by one, and the back orientation film 32 is formed on the anode electrode 19. The liquid crystal layer 22 intervenes between the last orientation film 29 of the these front transparent substrate 20, and the back orientation film 32 of the back transparent substrate 21. In addition, guest host liquid crystal mode is used in this operation gestalt. Moreover, ahead of the front transparent substrate 20, the front polarizing plate 23 and the diffusion board 41 are arranged. In this operation gestalt, the anode electrode 19 of organic EL side light emitting device 12 serves also as the function as a common electrode of the liquid crystal display panel 13.

[0094] In this operation gestalt, since organic EL side light emitting device 12 is formed behind the liquid crystal layer 22 in the front face of the back transparent substrate 21, thin shape-ization of equipment can be attained. Moreover, since the diffusion board 41 is arranged ahead, it can suppress that a reflect lump and double image of an external image occur. Moreover, since TFT31 is formed in a different front transparent substrate 20 from the back transparent substrate 21 in which organic EL side light emitting device 12 was formed, even if it performs heat-treatment exceeding the glass transition temperature of organic EL layer of 300 degrees C or more with TFT formation, organic EL layer does not heat-deteriorate.

[0095] (Operation gestalt 16) Drawing 32 is the cross section showing the operation gestalt 16 of the liquid crystal display of this invention. With this operation gestalt, the reflective cathode electrode 15 is replaced by scatter reflection cathode electrode 15a which makes the scatter reflection of light start and which becomes by Mg-Ag with polycrystal structure. Moreover, in this operation gestalt, it does not have the diffusion board 41. Other composition in this operation gestalt is the same as that of the liquid crystal display 11 of the above-mentioned operation gestalt 15. Thus, since scatter reflection cathode electrode 15a can carry out scatter reflection of the outdoor daylight, also in this operation gestalt, a reflect lump of an external image and generating of a double image can be suppressed. In addition, with the above-mentioned operation gestalten 14-16, the load of physical stress does not need to require for organic EL side light emitting device 12 the direction of PDLC (polymer dispersed liquid crystal) which is the liquid crystal mode in which orientation processing of rubbing etc. is not performed to the orientation film formed in the substrate by the side of organic EL side light emitting device 12 at least.

[0096] As mentioned above, although the operation gestalt 1 - the operation gestalt 16

were explained, various kinds of change which is not limited to these and accompanies the summary of composition is possible for this invention. For example, liquid crystal mode can apply various kinds of liquid crystal modes, such as TN liquid crystal mode, the STN LCD mode, guest host (GH) liquid crystal mode, PC (phase transition) mode in which a polarizing plate is not used, PDLC (polymer dispersed liquid crystal) mode, PDLC/GH mode, cholesteric-liquid-crystal mode, and PC liquid crystal / GH mode, to the liquid crystal display panel 13. It is possible to also change suitably composition of a liquid crystal display panel, such as existence of a light filter and existence of a polarizing plate, corresponding to such liquid crystal mode.

[0097] Moreover, although considered as the composition which joined the electron hole transporting bed 17 which becomes about the organic EL layer 18 by the electronic transporting bed 16 which becomes by Alq3 as an example, and PVCz, BND and white luminescent material with each above-mentioned operation gestalt, it is also possible to consider as the electroluminescence layer of a monolayer and the electroluminescence layer of the structure of three or more layers using other organic EL material.

[0098] In this invention as a reflective cathode electrode 15 Furthermore, a Magnesium alloy, the scandium (Sc --) which are a hafnium (Hf, 3.63eV of work functions), and rare earth elements 3.5eV of work functions, an yttrium (Y, 3.1eV of work functions), A lanthanum (La, 3.5eV of work functions), a cerium (Ce, 2.9eV of work functions), A praseodymium (Pr), neodymium (Nd, 3.2eV of work functions), a promethium (Pm), Samarium (Sm, 2.7eV of work functions), a europium (Eu, 2.5eV of work functions), A gadolinium (Gd, 3.1eV of work functions), a terbium (Tb, work function), A dysprosium (Dy), HORUMOEMU (Ho), an erbium (Er, 2.97eV of work functions), a thulium (the alloy containing the simple substances and these elements of Tm, an ytterbium (Yb, 2.6eV of work functions), and a lutetium (Lu) etc. can be used.) Furthermore, although the Mg-Ag film with polycrystal structure was used as scatter reflection cathode electrode 15a as the operation gestalt 5 and the operation gestalt 16 explained, it is also possible [ it is using aluminum which has bamboo structure, for example, and ] to form in a front face easily the electrode which has detailed irregularity, without giving special processing. Moreover, although the anode electrode 19 was formed in each above-mentioned operation gestalt by the transparent electric conduction film which becomes by ITO, in order to attain equalization of supply of current and to raise the homogeneity within a field of luminescence, it is good also as composition which processes very thin low resistance electric conduction films, such as aluminum, into a transparent electric conduction film in the shape of a mesh, and carries out a laminating to a transparent electric conduction film. In this case, light-transmission

nature can be given by setting up the thickness of a low resistance electric conduction film thinly. Moreover, since the refractive indexes of a low resistance electric conduction film and a transparent electric conduction film differ mutually, the light generated in organic EL layer and the reflected light can be scattered, and it becomes possible to make high field luminescence of the homogeneity within a field perform more. If such composition is applied to the liquid crystal display equipped with the diffusion board, the diffusion of light will increase by the synergistic effect with a diffusion board, and it will become possible to raise the homogeneity within a field of luminescence further.

[0099] Moreover, in this invention, while also being able to constitute the silicon-oxide layer or the acrylic organic insulating layer of 1 micrometer - 5 micrometer \*\* from a substrate and being able to make the substrate 14 of organic EL side light emitting device 12 into thinner structure, the parallax by the difference in the refractive index of a substrate can be reduced.

[0100] Furthermore, with the above-mentioned operation gestalten 1-14, although the liquid crystal display panel 13 was the active drive by TFT31, it may be the simple matrix drive which made the stripe configuration the electrode which counters on both sides of liquid crystal.

[0101]

[Effect of the Invention] According to this invention, there is an effect which neither generating of a double image nor a reflect lump of an external image is in the Ming state, can perform the display which has good contrast, and has good contrast also in a dark state, and can display by the low power realize the liquid crystal display equipped with portability so that clearly from the above explanation. Moreover, according to this invention, the liquid crystal display which can supply the good scattered light to the liquid crystal display section is realizable. For this reason, the effect which raises the display performance of a liquid crystal display is done so.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The cross section showing the operation gestalt 1 of the liquid crystal display concerning this invention.

[Drawing 2] Explanatory drawing showing an operation of the operation gestalt 1.

[Drawing 3] Explanatory drawing showing the trouble of a liquid crystal display.

[Drawing 4] Explanatory drawing showing the trouble of a liquid crystal display.

[Drawing 5] The energy diagram which shows the effect over the pouring obstruction of

an electron and an electron hole in organic EL side light emitting device.

[Drawing 6] The energy diagram which shows the move mechanism of the electron hole in an electron hole transporting bed (HTL).

[Drawing 7] PVCz, PVCz by which the coumarin 6 was doped, the graph which shows each optical-absorption spectrum of the coumarin 6 which exists in ethanol.

[Drawing 8] The spectrum view showing EL property and PL property of PVCz.

[Drawing 9] The cross section showing the liquid crystal display of the operation gestalt 2.

[Drawing 10] The cross section showing the liquid crystal display of the operation gestalt 3.

[Drawing 11] The cross section showing the liquid crystal display of the operation gestalt 4.

[Drawing 12] The cross section showing the liquid crystal display of the operation gestalt 5.

[Drawing 13] The cross section showing the liquid crystal display of the operation gestalt 6.

[Drawing 14] The cross section showing the liquid crystal display of the operation gestalt 7.

[Drawing 15] The cross section showing the liquid crystal display of the operation gestalt 8.

[Drawing 16] Explanatory drawing showing the state where the sense of the orientation state of the liquid crystal molecule of the liquid crystal display panel in the operation gestalt 8 and the transparency shaft of each polarizing plate was seen from the front-face side of a liquid crystal display.

[Drawing 17] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of the liquid crystal display of the operation form 8.

[Drawing 18] The graph which shows the relation between a coumarin 6, and the wavelength of DCM1 and EL intensity.

[Drawing 19] The cross section showing the liquid crystal display of the operation form 9.

[Drawing 20] Explanatory drawing showing the state where the sense of the orientation state of the liquid crystal molecule in the operation form 9, the transparency shaft of each polarizing plate, and the lagging axis of a phase contrast board was seen from the screen side of display.

[Drawing 21] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of the liquid crystal display of the operation form 9.

[Drawing 22] Explanatory drawing showing the state where the sense of the orientation state of the liquid crystal molecule of the operation form 10, the transparency shaft of each polarizing plate, and the lagging axis of a phase contrast board was seen from the screen side of display.

[Drawing 23] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of the liquid crystal display of the operation form 10.

[Drawing 24] Explanatory drawing showing the state where the sense of the orientation state of the liquid crystal molecule of the operation form 11, the transparency shaft of each polarizing plate, and the lagging axis of a phase contrast board was seen from the screen side of display.

[Drawing 25] The chromaticity diagram showing change of the foreground color of the liquid crystal display of the operation form 11.

[Drawing 26] The cross section showing the liquid crystal display of the operation form 12.

[Drawing 27] The cross section showing the liquid crystal display of the operation form 13.

[Drawing 28] (a) It is cross-section explanatory drawing in which is attained to and (b) shows an optical travelling-direction control strip.

[Drawing 29] The graph which shows the relation of the angle of an incident light and the angle of outgoing radiation light according to the degree of tilt angle of an optical travelling-direction control strip.

[Drawing 30] The cross section showing the liquid crystal display of the operation form 14.

[Drawing 31] The cross section showing the liquid crystal display of the operation form 15.

[Drawing 32] The cross section showing the liquid crystal display of the operation form 16.

[Drawing 33] The cross section showing the conventional liquid crystal display.

[Drawing 34] The graph of the light to the light in the conventional ECB type liquid crystal display by which incidence is carried out which carries out outgoing radiation which shows applied voltage, the color of outgoing radiation light, and the relation of \*\* comparatively (rate of outgoing radiation).

[Description of Notations]

11 Liquid Crystal Display

12 Organic EL Side Light Emitting Device

13 Liquid Crystal Display Panel

15 Reflective Cathode Electrode  
15a Scatter reflection cathode electrode  
18 Organic EL Layer  
19 Anode Electrode  
41 42 Diffusion board  
Incident light (outdoor daylight)  
b Hikaru Idei  
c Light for a display (EL light)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-253959

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 3 0

F I

G 0 2 F 1/1335

5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平9-70927

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月10日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 白崎 友之

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ  
計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 塩谷 雅治

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ  
計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 山田 裕康

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ  
計算機株式会社青梅事業所内

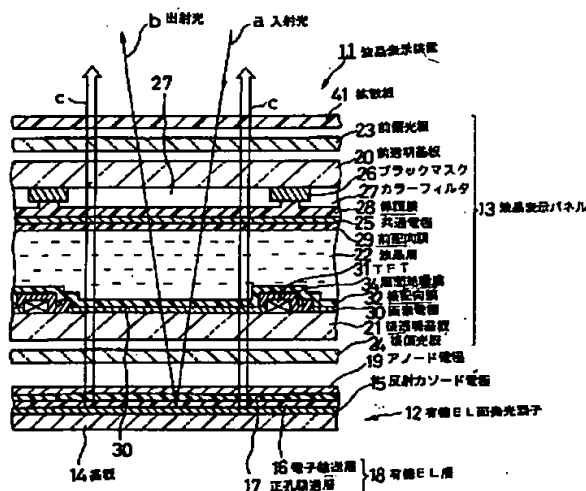
(74) 代理人 弁理士 杉村 次郎

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 外部像の写り込みや二重像が生じるのを防止した反射型・透過型表示の両機能を備えた液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示パネル13の後方に有機EL面発光素子12が配置され、液晶表示パネル13の前方に拡散板41が配置され、有機EL面発光素子12の後に位置する電極を反射カソード電極15としている。この反射カソード電極15で外光が反射される。このとき、拡散板41を備えているため、外光が拡散されることで、外部像の写り込みや二重像が表示されるのを抑制できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ液晶駆動電極を有する前透明基板と後透明基板との間に液晶層が介在された液晶表示パネルを備え、前記液晶層より後方に、前記液晶表示パネルの表示領域と対応してキャリアの注入に応じて発光し、それ自体が可視光に対して透過性を有する有機 EL 層を配置し、前記有機 EL 層より後方に可視光に対して反射性を有する光反射板が配置されたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記光反射板は、前記有機 EL 層にキャリアを注入する一対の電極のうち的一方であることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記光反射板の表面は、微細な凹凸をもつ散乱反射面であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記液晶表示パネルと前記有機 EL 層との間に、可視光に対して透過性をもつ拡散板を配置したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記有機 EL 層は、厚さが 0.2 mm 以下のフィルム状の基板に、キャリアを注入する電極を介して形成されていることを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記有機 EL 層にキャリアを注入する電極の少なくとも一方は、可視光に対して透過性を有し、前記有機 EL 層のほぼ全面に形成された透明導電膜と、前記透明導電膜と異なる屈折率で且つ前記透明導電膜より低抵抗の材料でなり、前記透明導電膜を開口する複数の孔を有する低抵抗導電膜と、を有することを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、液晶表示装置に関し、さらに詳しくは、反射型表示機能および透過型表示機能を兼ね備えた、液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は、薄型軽量化が可能であるため種々の電子機器の表示装置として使用されている。近年では、情報化が個人のレベルまで浸透し始めており、携帯用パソコン（ノート型パソコン）や、携帯情報端末などが普及している。このような電子機器は、携帯用であるため電力消費を極力抑える必要がある。このため、携帯用電子機器では、バックライトを無くしてこれに必要とされる電力を削減した、反射型の液晶表示装置が用いられている。しかし、このような液晶表示装置は、外光が明るい昼間（明状態）においては良好なコントラストを得ることができるが、暗い場所や夜間（暗状態）では表示が極めて見にくい。また、バックライトを備えた透過型の液晶表示装置では、暗状態ではバックラ

イトの輝度が 20 cd/m<sup>2</sup>程度で十分なコントラストを得ることができるのに対し、明状態ではバックライトの輝度が 200 cd/m<sup>2</sup>でも良好なコントラストを得ることはできない。そこで、図 33 に示すような、反射型表示機能と透過型表示機能とを備えた液晶表示装置が開発されている。この液晶表示装置は、同図に示すように、液晶表示部 1 の後方に半透過半反射膜（ハーフミラー）2 が配置され、半透過半反射膜 2 の後方にバックライトシステム 3（ランプ 4 と導光板 5 など）で構成される）が配置されている。半透過半反射膜 2 は、ベースフィルムの上に反射層を設け、下面に散乱層を設けた構造であり、入射する光の一部を透過し、残りの光を反射する機能を持っている。

【0003】 以下、この従来の液晶表示装置における表示作用について簡単に説明する。図 33 中、符号 A は液晶表示部 1 に入射する明状態における外光を示している。この外光 A は、液晶表示部 1 を通過して半透過半反射膜 2 に入射する。このとき入射光 A 1 は、一部が透過光 A 3 として半透過半反射膜 2 を透過し、残りの光が反射光 A 2 として反射する。この反射光 A 2 が液晶表示部 1 に入射され、液晶の配向状態に応じた表示光 A 4 が表示面から出射され表示が行われる。一方、暗状態においては、バックライトシステム 3 を点灯することにより照明光 B が出射され、この照明光 B は一部の光が半透過半反射膜 2 を透過し、この透過した一部の光が照明光 B 1 となる。照明光 B 1 が液晶表示部 1 に入射することにより、液晶の配向状態に応じた表示光 B 2 が表示面から出射され表示が可能となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の液晶表示装置では、外光 A を起源とする入射光 A 1 の一部（A 3）が半透過半反射膜 2 を透過してしまうため、反射光 A 2 の光量が減少してしまい良好なコントラストをとれないという問題がある。一方、暗状態では用いるバックライトシステム 3 を起源とする照明光 B は、半透過半反射膜 2 を通過することにより、光量が大幅に減少して照明光 B 1 になる。すなわち、バックライトシステム 3 からの光を効率よく表示に用いることができない。このため、暗状態において、良好なコントラストを得るにはバックライトシステム 3 の発光性能を上げることが要求され、消費電力が増加し、特に携帯用液晶表示装置において、連続表示時間が短くなるという問題を避けることができない。

## 【0005】 この発明が解決しようとする第一の課題

は、明状態において良好なコントラストを有する反射型の表示を行うことができ、しかも界面反射に伴って二重像が発生するのを抑制でき、一方、暗状態においても良好なコントラストを有する透過型の表示を低消費電力で行うことができる液晶表示装置を得るにはどのような手段を講じればよいかという点にある。また、この発明が

解決しようとする第二の課題は、液晶表示部に良好な散乱光を供給することができる液晶表示装置を得るにはどのような手段を講じればよいかという点にある。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、それぞれ液晶駆動電極を有する前透明基板と後透明基板との間に液晶層が介在された液晶表示パネルを備え、前記液晶層より後方に、前記液晶表示パネルの表示領域と対応してキャリアの注入に応じて発光し、それ自体が可視光に対して透過性を有する有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機ELという）層を配置し、前記有機EL層より後方に可視光に対して反射性を有する光反射板が配置されたことを特徴としている。

【0007】請求項2記載の発明は、前記光反射性板は、前記有機EL層にキャリアを注入する一対の電極のうちの一方であることを特徴している。

【0008】請求項1および請求項2記載の発明においては、液晶表示パネルの前方から入射した光は、液晶表示パネルを通過した後、有機EL面発光素子の後方の光反射板または有機EL面発光素子の一方の電極で反射され、再び液晶表示パネルを通過して前方に出射されて表示を行う。また、有機EL面発光素子の電極間に所定値の電圧を印加すると、有機EL層に電子と正孔とが注入され、有機EL層内における電子と正孔との再結合に伴った発光が生じ、この光が液晶層を通過して液晶表示パネルの前方へ出射するため表示が可能となる。有機EL面発光素子は、電極や有機EL層を極めて薄く設定できるため、これら部材の光吸収による損失が少なく、反射表示、透過表示のいずれにおいても高い輝度の光を表示面側へ出射することができるとともに、表示像のズレが小さい表示を行うことができる。したがって、半透過半反射板を用いることなしに、発光効率の良い反射表示および透過表示を行うことができる。

【0009】請求項3記載の発明は、前記光反射板の表面が、微細な凹凸をもつ散乱反射面であることを特徴としている。請求項3記載の発明においては、光反射板の微細な凹凸により入射光を散乱させて反射することができ、このため反射型表示および透過型表示においても視野角の広い液晶表示を行うことができる。

【0010】請求項4記載の発明は、前記液晶表示パネルと前記有機EL層との間に、可視光に対して透過性をもつ拡散板を配置したことを特徴としている。

【0011】請求項5記載の発明は、前記有機EL層が、厚さが0.2mm以下のフィルム状の基板に、キャリアを注入する電極を介して形成されていることを特徴としている。

【0012】請求項6記載の発明は、前記有機EL層にキャリアを注入する電極の少なくとも一方は、可視光に対して透過性を有し、前記有機EL層のほぼ全面に形成された透明導電膜と、前記透明導電膜と異なる屈折率で

且つ前記透明導電膜より低抵抗の材料でなり、前記透明導電膜を開口する複数の孔を有する低抵抗導電膜と、を有することを特徴としている。請求項6記載の発明においては、透明導電膜が比較的高抵抗であっても、低抵抗導電膜が積層されているため、透明導電膜の取り出し部から遠くの部分での電位降下を抑制することができる。このため、有機EL層への電流供給を均一に行うことができ、均一な面発光を行わせることができる。

#### 【0013】

10 【発明の実施の形態】以下、この発明に係る液晶表示装置の詳細を図面に示す実施形態に基づいて説明する。

（実施形態1）図1は、この発明に係る液晶表示装置の実施形態1を示す断面図である。同図中11は液晶表示装置であり、相対的に後方に配置された有機EL面発光素子12と、有機EL面発光素子12の前方に配置された液晶表示パネル13と、液晶表示パネル13の前方に配置された拡散板41と、から大略構成されている。

20 【0014】まず、有機EL面発光素子12の構成について説明する。有機EL面発光素子12は、例えばガラスでなる（EL用透明）基板14の上に、後発光駆動電極および光反射板としての機能を兼ね備えた、光反射性を有する金属、例えばMgInでなる反射カソード電極15が形成されている。なお、反射カソード電極15の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力（eV）が、後述する電子輸送層16の材料の最低空分子軌道（LUMO）の準位に反映される電子輸送層16材料の電子親和力に近いまたはそれより小さいことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光（400nm以上800nm以下）の電磁波）に対し反射性のある材料が望ましい。

30 この反射カソード電極15は、液晶表示パネル13の表示領域と対応する形状・面積をもつ。また、反射カソード電極15は、任意の膜厚となるようにスパッタ法などを用いて成膜することができ、本実施形態においては反射面が平滑な鏡面構造になっている。

40 【0015】反射カソード電極15の上には、同様に表示領域と対応する形状・面積を有する、トリス（8-ヒドロキシキノリン）化アルミニウム（以下、Alq3という）でなる電子輸送層16が形成されている。この電子輸送層16の膜厚は、20nm～100nm程度であり、蒸着法を用いて形成されている。また、電子輸送層16の上には、ポリビニルカルbazol（以下、PVCzという）と2,5-ビス（1-ナフチル）-オキサジアゾール（以下、BNDという）と発光材料を適宜混合してなる正孔輸送層17が、ディップコートまたはスピンコート法等の湿式成膜、或いは蒸着により形成されている。この正孔輸送層17の膜厚は、20nm～100nm程度に設定されている。BNDは、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約10/100～20/100の割合で混入され、正孔輸送層17内への正孔の注入お

(4)

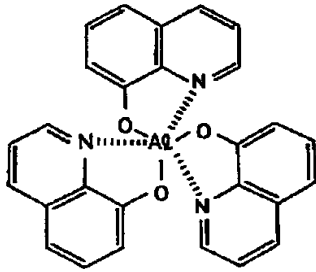
特開平10-253959

5

よび輸送とを促すようなアノード電極に対し相対的なバンドギャップを持っている。そして、これら電子輸送層16と正孔輸送層17とで、有機EL層18を構成している。なお、以下にAlq3、PVCz、BNDの構造式を示す。

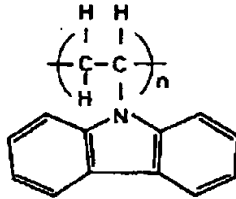
【0016】

【化1】



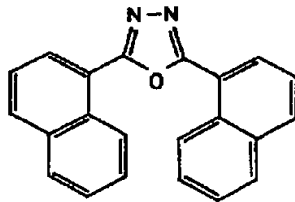
Alq3

【化2】



PVCz

【化3】



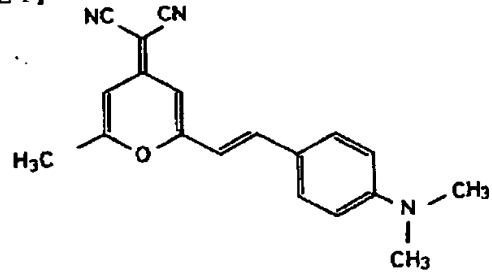
BND

【0017】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス (photoluminescence) 性及び電子と正孔との再結合により励起され発光するエレクトロルミネッセンス (electroluminescence) 性のいずれかを有する材料からなるドーパントであり、正孔輸送層および／または電子輸送層にドーパされている。赤色ドーパントとしては、4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (以下、DCM1という) があり、図18に示すように600nm付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。以下にDCM1の構造式を示す。

50

6

【化4】



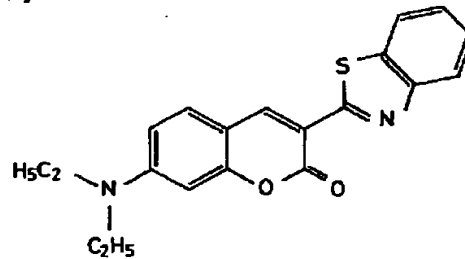
10

DCM1

緑色ドーパントとして、3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (以下、クマリン6) があり、図18に示すように500nm～550nm間にピークを有する緑色の発光を示す。以下にクマリン6の構造式を示す。

【化5】

20

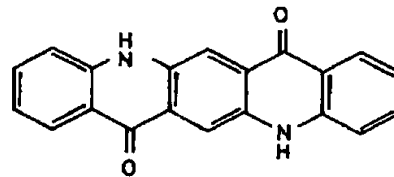


クマリン6

他の緑色ドーパントとして、quinacridone (以下、キナクリドン) がある。以下にキナクリドンの構造式を示す。

30

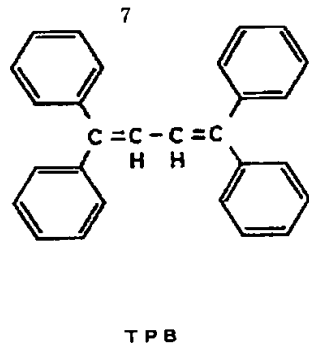
【化6】



キナクリドン

青色ドーパントとしては、tetraphenylbenzidine (以下、TPB)、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)biphenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biphenyl、tetraphenylbutadiene誘導体、cyclopentadiene誘導体、oxadiazole誘導体等がある。以下にTPBの構造式を示す。

【化7】



赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約1/100～4/100の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーパ量を調整されている。

【0018】有機EL層18の上には、全面にアノード電極19が形成されている。このアノード電極19は、外光および有機EL発光素子12で発光される光に対して透過性を有する電極材料、例えばITOで形成され、その膜厚は300nm以下に設定されている。

【0019】以上、液晶表示装置11における有機EL面発光素子12の構成について説明したが、上記したように、有機EL層18の膜厚を薄くできる理由は、有機膜の成膜制御性が良いことと、材料の電荷注入性などを始めとする特性に起因するものであり、特に有機EL面発光素子とすることにより実現し得たものである。そして、有機EL層18とアノード電極19とを合わせた膜厚も、0.1μm～0.2μm程度と薄いものであるため、入射する外光の吸収による減衰を極僅かとすることができるとともに、反射による二重像が生じるのを抑制することができる。また、このような有機EL面発光素子12では、拡散板41を備えることにより、後記する作用で述べるように、外光が反射カソード電極15で反射することにより表示画面にフリッカ（ちらつき現象）や鏡面反射が発生したり、二重像が生じたり、表示画面が部分的に継続して輝く現象が発生するなどの不都合が発生するのを抑制することができる。

【0020】次に、液晶表示パネル13の構成を説明する。図1に示すように、液晶表示パネル13は、対をなす前透明基板20側および後透明基板21側と、図示しないシール材と、で形成される間隙に、例えば略90°にツイストネマティック配向されたTN液晶が封止された液晶層22と、前透明基板20の前方に配置された前偏光板23と、後透明基板21の後方に配置された後偏光板24と、で大略構成されている。前偏光板23と後偏光板24とは、それぞれの偏光軸が互いに直交し、かつ液晶の配向に合わせて配置されている。前透明基板20側には、前透明基板20の対向内側面に、ブラックマスク26、カラーフィルタ27が適宜配置・形成されて

いる。カラーフィルタ27は赤色、緑色、青色の各色をそれぞれ分光するRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタから構成され、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタはそれぞれストライプ状または、後述する画素電極30に対応したドット配列をしている。また、これらブラックマスク26およびカラーフィルタ27の上には、透明性を有する保護膜28が形成され、保護膜28上にITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる、前配向膜29が形成されている。

【0021】一方、後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30およびこの画素電極30に接続されたスイッチング素子としての薄膜トランジスタ（TFT）31が、所定の画素配列に従って多数配列されている。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列や、対応するカラーフィルタのR、G、Bを1周期とした画素電極30の列に隣接する列の画素電極30が半周期ずらした、所謂デルタ配列等を採用することができる。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、これら画素電極30および層間絶縁膜34の上にはポリイミドからなる、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0022】以下、このような構成の液晶表示装置11を外光を反射させて用いる場合（明状態で用いる場合）と、有機EL面発光素子12を発光駆動させて用いる場合（暗状態で用いる場合）の作用・動作を説明する。

【0023】（明状態で用いる場合）この液晶表示装置11を明状態で用いる場合は、有機EL面発光素子12をオフ状態にして用いる。図1の矢印aは外光である入射光を示し、矢印bは出射光を示す。まず、入射光aは、液晶表示パネル13を通過して有機EL発光素子12に入射する。入射光aは、前偏光板23、液晶22、後偏光板24の偏光作用を受け、有機EL発光素子12に入射される。この入射光aは、アノード電極19と有機EL層18を通過して反射カソード電極15で反射される。このとき、実際の反射は、概して図2で示すことができる。なお、同図においてアノード電極19と有機EL層18の光屈折率は無視して示している。同図に示すように、入射光aは、反射カソード電極15で反射する出射光bとアノード電極19の表面で極一部が反射する出射光b1とに主に分かれる。これら出射光bと出射光b1との距離dは、アノード電極19と有機EL層18との膜厚の和をt、入射角をθとすると、 $d = t \cdot \sin 2\theta / \cos \theta$ で表すことができる。ここで、入射角 $\theta = 30^\circ$ とすると、 $t = 0.2\mu\text{m}$ であるとすれば、 $d =$

0.2  $\mu\text{m}$ 程度となる。このように、本実施形態では、有機EL材料を用いたことにより、アノード電極19と有機EL層18との膜厚の和を小さく抑えることができるため、反射光b、b1の距離dは極短くなる。なお、エレクトロルミネッセンス層18の屈折率を加味しても略同様の値となる。このように、アノード電極19と有機EL層18との膜厚は極めて薄いため、入射光aが反射カソード電極15で反射されたときに、出射光bは光量の損失が小さく、表示に対して十分な光量を確保することができる。

【0024】また、明状態で用いる場合には、図3に示すように、拡散板41を備えない構成とすると、液晶層22に所定の液晶変調領域22Aが形成されているときに、平行な照明光がこの液晶変調領域22Aを投影して反射カソード電極15で反射されて形成される像1と、液晶変調領域22Aを通らずに反射カソード電極15で反射してこの反射光が液晶変調領域22Aを投影して出射されることにより形成される像2と、で二重像ができてしまう可能性がある。しかし、本実施形態では液晶表示パネル13の前方に拡散板41が配置されているため、二重像が形成されるのを防止することができる。さらに、図4に示すように、拡散板41が無い反射カソード電極15で鏡面反射されることにより、外部像Aが写り込みを起こす可能性があるが、本実施形態では拡散板41を備えているため、このような不都合が生じるのを防止することができる。

【0025】(暗状態で用いる場合) この表示装置11を暗状態で用いる場合は、有機EL面発光素子12をオン状態にして用いる。このときの有機EL面発光素子12の概略的なエネルギーダイアグラムを図5に示す。図5にPVCz、BNDおよび発光材料からなる正孔輸送層とAlq3からなる電子輸送層の2層構造の有機EL素子の発光プロセスを示す。ここで、有機キャリア輸送層内での電子の移動性は、各材料のlowest unoccupied molecular orbital (以下、LUMOという)の準位に依存され、正孔の移動性は、highest occupied molecular orbital (以下、HOMOという)の準位に依存され、言い換えれば、これら電荷を有する粒子の移動は、各材料の固有のバンドギャップの上限と下限とに反映される。電極を含む全体としては、電子は各材料の電子親和力(eV)に反映され、正孔は各材料のイオン化エネルギー(eV)に反映されることになる。

【0026】まず、カソード電極から電子輸送層(ETL)への電子の注入に関しては、カソードの電子親和力とAlq3のLUMOとの間のポテンシャル障壁があるが、カソードおよびアノード間に所定値の電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。そして、アノード電極から正孔輸送層(HTL)への正孔の注入に関しては、アノードのイオン化エネルギーとHTL内の材料のHOMOとの間のポテンシャル障壁がある

が、カソードおよびアノード間に電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。

【0027】次にHTL内の正孔の移動については、図6に示すように、PVCzとBNDとの混合により形成されたトラッピングサイトを移動するホッピング伝動が主体となる。つまり、アノードのイオン化エネルギーとBNDのHOMOとの差であるgapAを電圧の印加により乗り越えた正孔は、BNDのHOMOとPVCzのHOMOとの間のgapBを次々と乗り越えてETLに向かう。また、Alq3に注入された電子の一部は、電圧の印加によりgapEを乗り越えるが、gapDが大きいためにHTLにおけるETLとの界面付近に留まり、HTL内を輸送される正孔と再結合を起こし、電荷を持たない1重項励起子を発生させる。残りの電子は、ETL内で注入された正孔と再結合を起こし1重項励起子を発生させる。1重項励起子は10nm程度の不規則な移動をした後、失活に至るが、発光材料に補足され、所定波長域の可視光を発光する。

【0028】図7は単層のPVCzと、クマリン6がドーブされたPVCz層と、エタノール中に2.85 $\times$ 10<sup>-5</sup>(mol/l)で存在するクマリン6の、それぞれの光吸収スペクトルである。図中、破線(a)は、PVCzの吸収スペクトルであり、実線(b)は、クマリン6がドーブされたPVCz層の吸収スペクトルであり、一点鎖線(c)は、クマリン6のエタノール溶液の吸収スペクトルである。実線(a)および実線(b)からクマリン6は、PVCz中では400nm~500nm付近に吸収ピークを有し、PVCz自体は主に、350nm以下の光を吸収する性質を有している。

【0029】図8はPVCz単層のEL(エレクトロルミネッセンス)特性とPL(フォトルミネッセンス)特性のスペクトル図である。図中破線が電圧の印加による発光スペクトルで、実線が所定の波長域の光の吸光による発光スペクトルである。PVCzは400nm近傍にELピークおよびPLピークを有している。

【0030】図7、8よりPVCzの単層型の場合、電子と正孔との再結合によりPVCz自体が400nm近傍にピークを有する発光を生じ、この一部をクマリン6が吸収し、発光するという二重の発光になっているが、本実施形態の2層構造の有機EL面発光素子12では、PVCzは400nmピークの発光が、ほとんどなく、発光材料の発光のみが確認されていることから変換効率が極めて良好に行われていることが推察される。

【0031】このような作用により、本実施形態の有機EL面発光素子12は、低電圧条件で駆動を行うことができ、低消費電力化を達成することができる。このため、液晶表示装置11の携帯性を高めることができる。また、有機EL面発光素子12での発光は、上記したように正孔輸送層17と電子輸送層16との界面近傍で起こるため、実質的には正孔輸送層17とアノード電極1

9を膜厚方向に光が通過すればよく、光量の損失がほとんどない。このため、充分な光量の表示用光を発生させることができる。さらに、EL層を有機化合物で構成したことにより、平滑で均一な膜厚の成膜が行えるため、発光の面内均一性の良好な照明とすることができる。なお、暗状態で用いる場合は、上記したように低消費電力化が図られているため、電池駆動を行ってもよく、コンセントから電源をとって駆動させてもよい。

【0032】以上、実施形態1について説明したが、ここでEL層として無機EL材料を用いた場合と、上記した実施形態1とを比較して検討する。実施形態1においては、EL層の膜厚が約 $0.15\mu\text{m}$ であり、スパインコーティング法を用いて平坦に形成することができる。これに対して、無機EL材料、例えばチタン系のEL材料をエレクトロルミネッセンス層に適用すると、適切な実効電界と発光が得られるEL膜厚は数十 $\mu\text{m}$ となる。このため、上記実施形態1において図2を用いて説明した反射光どうしの距離 $d$ は、無機EL発光素子の場合に、実施形態1の距離 $d$ より大幅に長くなり、このため、視差が大きくなってしまい、表示画像が多重に見えてしまう。また、実施形態1においては、発光メカニズムがEL層中に注入された電子と正孔との再結合により光が放出される。このようなEL層は半導体的にとらえることができる。これに対し、無機EL発光素子においては、電子がEL層中にトンネル効果などで導入され、EL層に印加されている高電界で加速されて蛍光中心に衝突してエネルギーを与えることにより発光を起こしていると考えられている。すなわち、無機EL発光素子のメカニズムは、絶縁破壊的にとらえることができる。この点から考えると、有機系EL層を用いた場合の方が、無機系EL層を用いた場合よりも、低消費電力化を図り易いといえる。なお、無機EL発光素子では発光材料を発光層内に添加することができないので、有機EL発光素子のように任意の色を発光するような制御が極めて困難である。

【0033】また、本実施形態では、カラーフィルタ27による色と有機EL面発光素子12による色の両方の設定を行うことができ、カラーフィルタ27だけでは困難であった、目的に応じた色の表示が可能となる。上記実施形態では、反射カソード電極15は、反射面が平滑な鏡面構造であったが、反射面に微細な凹凸を形成し散乱させる構造を適用すれば液晶表示の視野角も広がるとともに均一な表示を行うことができる。また、有機EL面発光素子は、任意の波長域の光を発光する発光材料を添加することにより発光色の設定ができる点で、無機EL素子より優れている。このため、本発明においては、直線偏光する偏光板や楕円偏光する位相差板や液晶の構成に加え、有機EL面発光素子12の発光色により表示色を設定することができるのでより幅の広い色の選択が可能となる。

【0034】(実施形態2) 図9は、本発明に係る液晶表示装置の実施形態2を示す断面図である。本実施形態では、液晶表示パネル13の前方に拡散板が配置されない構成である。特に、本実施形態では、有機EL面発光素子12の反射カソード電極15をマグネシウムと銀との共蒸着により形成した散乱反射カソード電極15aとしたので、反射面が凹凸形状になり、拡散板を用いなくとも均一な輝度の散乱発光を行うことができる。なお、本実施形態における他の構成は、上記した実施形態1と同様であるため、その説明を省略する。

(実施形態3) 図10は、本発明に係る液晶表示装置の実施形態3を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11においては、液晶表示パネル13の構成は上記した実施形態1と同様である。有機EL面発光素子12の構成は、基板14が液晶表示パネル13に対向するように(前側に)配置され、基板14の後面に順次、アノード電極19、有機EL層18、反射カソード電極15が形成された構成である。特に、本実施形態では、基板14が透明な高分子フィルムでなり、その厚さが $0.2\text{mm}$ 以下に設定されている。なお、有機EL層18の構成材料は、上記した実施形態1と同様である。本実施形態においても、上記実施形態1と同様に、有機EL面発光素子12の消費電力を低くでき、また、面内均一性の良好な発光を行わせることができる。さらに、本実施形態においては、有機EL面発光素子12の基板14の厚さ $t$ が $0.2\text{mm}$ 以下に設定されているため、基板14の前面で外光の反射による反射光と反射カソード電極15での反射光との光路差が、極僅かとなるため、二重像が生じるのを抑制することができる。

【0035】(実施形態4) 図11は、本発明の液晶表示装置の実施形態4を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置においては、液晶表示パネル13が、上記した実施形態2における後偏光板24を省略できる液晶モードを採用したものである。また、有機EL面発光素子12は、液晶表示パネル13の後透明基板21の後面へ一体的に、順次、アノード電極19、有機EL層18、反射カソード電極15aが形成されてなる。なお、本実施形態における反射カソード電極15aは多結晶構造を有する電極材料(例えば $\text{Mg-Ag}$ の多結晶体)膜で形成され、上記した実施形態2と同様に反射面に微細な凹凸が存在するものであり、鏡面反射を防止して外部像が写り込むの抑制するようになっている。このような構成としたことにより、有機EL面発光素子12と液晶表示パネル13とが一体化した液晶表示装置11を実現でき、間に屈折率の異なる空間がないために画像のずれがより小さくなり、また、より薄型でコンパクトな構造とすることができる。

【0036】(実施形態5) 図12は、本発明の液晶表示装置の実施形態5を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11においては、液晶表示パネル13の構

成が上記した実施形態1と同様である。有機EL面発光素子12は、上記した実施形態1の反射カソード電極15が透明電極材料でなる透明カソード電極15bに置き換えられた構成である。また、有機EL面発光素子12の後方には、入射光を散乱させる拡散反射板33が配置されている。また、拡散板41が配置されない構成になっている。このような構成とすることにより、図12に示すように、明状態では外光である入射光aは、液晶表示パネル13と有機EL面発光素子12とを通過し、拡散反射板33で反射されて反射光bとなる。このとき、  
10 実際には反射光bは拡散反射板33で散乱されて単一の光線ではなく多方向に進む多数の光線となる。このため、液晶表示パネル13に後方から入射する光の面内均一性を高めることができる。暗状態では、有機EL面発光素子12を駆動して表示用光cを発光させることにより、液晶表示パネル13の液晶の配向に応じた表示が可能となる。本実施形態においては、上記したように、拡散反射板33の表面に入射光aが当たると、この入射光aが散乱されて反射光の均一化を図ることができる。本実施形態における他の構成は、上記した実施形態1と略

同様である。なお、基板14は高分子樹脂フィルムとすると、ガラスと比べ薄く、光の減衰も少なくて良い。  
【0037】(実施形態6)図13は、本発明の液晶表示装置の実施形態6を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11においては、拡散板41の代わりに液晶表示パネル13と有機EL面発光素子12との間に拡散板42を設けた点を除けば、実施形態1と同様の構成である。拡散板42は、互いに異なる屈折率の層が複数積層された板であり、入射された光が各層の界面で反  
射、透過を繰り返し起こすことにより光の進行方向を拡  
散させる機能を有する。このような構造の液晶表示装置  
11では、反射型として用いる場合に入射光aが液晶層  
22を通過した拡散板42により拡散され、反射カソード  
電極15の反射により反射された出射光bが再び拡散  
板42で拡散されるので、二重に拡散されることから、  
より液晶表示の視野角も広がるとともに均一な輝度の表  
示を行うことができる。また、透過型の場合でも1度拡  
散されるので、発光の面内均一性が高くなり、優れた表  
示を行うことができる。

【0038】(実施形態7)図14は、本発明の液晶表示装置の実施形態7を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11においては、液晶表示パネル13が後偏光板24を用いない液晶モードを採用している点を除けば、実施形態1と同様の構成である。本実施形態では、後偏光板24を有しないため、反射型として外光が後偏光板24を2度透過することがない。このため、反射型と透過型での使用において、両者間の輝度の差が小さい。また、本実施形態では偏光板を1枚にしたのでより光の透過性が良好になるという利点がある。

【0039】(実施形態8)図15は、本発明の表示装

置の実施形態8を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11は、液晶表示パネル13と、相対的に後方に配置された有機EL面発光素子12と、から大略構成されている。有機EL面発光素子12は、ガラスでなる基板14の上に、低仕事関数の光反射性の金属、例えばMgInでなる反射カソード電極15が形成されている。なお、反射カソード電極15の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力(eV)が、電子輸送層16の材料の最低空分子軌道(LUMO)の準位に反映される電子輸送層16材料の電子親和力に近いまたはそれより小さいことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光(400nm以上800nm以下の電磁波)に対し反射性のある材料が望ましい。反射カソード電極15上には、Alq3からなる電子輸送層16と、PVCzとBNDと発光材料とが混在された正孔輸送層17と、が順次積層されてなる有機EL層18が形成されている。有機EL層18上には、アノード電極19が積層されている。

【0040】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス(photoluminescence)材料からなるドーパントであり、正孔輸送層および/または電子輸送層にドーパされている。赤色ドーパントとしては、DCM1があり、図18に示すように600nm付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。緑色ドーパントとしてクマリン6があり、図18に示すように500nm~550nm間にピークを有する緑色の発光を示す。他の緑色ドーパントとして、キナクリドンがある。青色ドーパントとしては、TPBを適用することができる。他の青色ドーパントとしては、4,4'-ビス(2,2'-ジフェニルビニレン)ビフェニル、4,4'-ビス((2-カルバゾール)ビフェニレン)ビフェニル、テトラフェニルプタジエン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体等がある。赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約1/100~4/100の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーパ量を調整されている。

【0041】液晶表示パネル13は、有機EL面発光素子12のアノード電極19の外側面に配置され、両外面にそれぞれ前偏光板23、後偏光板24が設けられた一対の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶層22を介在させた構造となっている。前透明基板20は、対向内側の面に、ITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面に亘って形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30およびこの画素電極30に接続されたスイッチング素子であるTFT31が画素配列にしたがって多数配列されて



いる。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT 31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT 31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上および層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0042】本実施形態においては、前配向膜29と後配向膜32との間に、所定方向に初期配向された液晶45が介在している。液晶45の分子は、配向膜29、32の上における配向方向を配向膜29、32で規制され、前記配向膜29、32面に対し僅かなプレチルト角で傾斜した状態で、一方の基板側から他方の基板側に向かって $75^{\circ} \pm 10^{\circ}$ のツイスト角で所定の方向にツイスト配向している。

【0043】そして、この液晶表示装置11においては、液晶22の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積である $\Delta n d$ の値と、表裏一對の偏光板23、24の透過軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、液晶表示パネル13の両基板20、21の電極30、25間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0044】図16は、上記液晶表示パネル13の液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸の向きを液晶表示装置11の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶表示パネル13の $\Delta n d$ の値を $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ に設定するとともに、偏光板23、24はそれぞれの透過軸23a、24aを次のような向きにして配置されている。

【0045】すなわち、図16のように、液晶表示パネル13の一方の基板、例えば基板21の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）21aは、液晶表示パネル13の横軸Sに対して右回りに $52.5^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の方向、他方の基板20の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）20aは、前記横軸Sに対して左回りに $52.5^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、基板21から基板20に向かって右回りに $75^{\circ} \pm 10^{\circ}$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0046】そして、液晶表示パネル13の基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを $0^{\circ}$ の方向とすると、液晶表示パネル13の基板21に対向する偏光板24の透過軸24aは、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^{\circ} \pm 3^{\circ}$ の方向にあり、液晶表示パネル13の基板20に対向する偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^{\circ} \pm 3^{\circ}$ の方向にある。

【0047】この実施形態の液晶表示装置11は、液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用と一對の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、この液晶表示装置11においては、前偏光板23を透過して入射した直線偏光が、液晶表示パネル13を通る過程でその液晶層の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって後偏光板24に入射して、この後偏光板24を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極15で反射され、前記偏光板24と液晶表示パネル13と前偏光板23とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0048】なお、反射カソード電極15で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶表示パネル13の液晶層22により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とほぼ同じ直線偏光となって偏光板23に入射するため、この偏光板23を透過して出射する光は、反射カソード電極15で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0049】そして、前記液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用は、この液晶層への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって変化し、それによってもって後偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化する。

【0050】すなわち、液晶表示パネル13の電極25、30間に電圧を印加すると、液晶分子がツイスト配向状態を保ちつつ立上がり配向し、この液晶分子の立上がり角が大きくなるにつれて液晶層の複屈折作用が小さくなるが、液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用が変化すると、液晶表示パネル13を透過して後偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化し、その光が反射カソード電極15で反射されて液晶表示パネル13の表面側に出射する。

【0051】このように、この液晶表示装置11の出射光の色、つまり表示色は、電極25、30間に印加する電圧に応じて変化する。この液晶表示装置11の1つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0052】図17は本実施形態の液晶表示装置11の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。同図に示すように、上記液晶表示装置11の表示色は、液晶表示パネル13の電極25、30間に電圧を印加していない初期状態ではパープル(P)に近い色であり、電極25、30間に印加する電圧を高くしていくのによってもって、矢印方向、すなわち赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白

の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0053】また、黒の表示状態における出射率を $R_{\min}$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が5Vのときで $R(5V)$ 、印加電圧が7Vのときで $R(7V)$ とすると、上記カラー液晶表示装置の出射率は、

$$R_{\min} = 2.78\%$$

$$R(5V) = 22.85\%$$

$$R(7V) = 29.55\%$$

である。

【0054】そして、上記液晶表示装置11における黒と白の表示のコントラストCRは、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときのコントラストを $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときのコントラストを $CR(7V)$ とすると、

$$CR(5V) = 8.22$$

$$CR(7V) = 10.63$$

であり、白を表示させるための印加電圧を7Vとしたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を5Vとしたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0055】このような表示色とコントラストは、液晶表示パネル13の液晶45の分子が基板21側から基板20側に向かって $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角で所定の方向にツイスト配向しており、この液晶表示パネル13の $\Delta n d$ の値が800nm～1100nmであるとともに、基板21の近傍における液晶分子の配向方向21aを $0^\circ$ の方向としたとき、偏光板24の透過軸24aが液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、偏光板23の透過軸23aが前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定されていることを条件として得られるものであり、これらの条件が前記範囲を外されると、その度合が大きくなるにつれて、コントラスト、表示色の順で表示品質が悪くなる。

【0056】したがって、この液晶表示装置11によれば、カラーフィルタを用いることなく光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0057】また、透過型として用いる場合、従来のECB液晶表示装置は、図34に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。有機EL面発光素子12では、赤色ドーパントとしてDCM1、緑色ドーパントとしてクマリン6、青色ドーパントとしてTPBを適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーパントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機EL面発光素子12では、各色に発光する発光材料を任意に設定することがで

きるもので、目的に応じた表示色の色および輝度を制御することができる。なお、本実施形態においては、アノード電極19と有機EL層18とが、基板14の上にあるため、基板14の界面での反射に起因する二重像の発生が防止できる。また、アノード電極19および有機EL層18の厚さが極めて薄く設定できるため、これらの厚さに起因して二重像が生じることも抑制することができる。

【0058】（実施形態9）図19～図21はこの発明の実施形態9を示しており、図19は本実施形態の液晶表示装置11の断面図である。この実施形態の表示装置11は、液晶表示パネル13と、相対的に後方に配置された有機EL面発光素子12と、から大略構成される。液晶表示パネル13は、一対の前透明基板20と後透明基板21との間に液晶層45が介在され、前透明基板20の外側面に位相差板49が配置され、位相差板49の外側面に前偏光板23が配置され、後透明基板21の外側面に後偏光板24が配置された構造となっている。そして、この液晶表示パネル13の前方には、拡散板41が配置されている。

【0059】上記した前透明基板20は、対向内側の面に、ITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜29が形成されている。後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30および画素電極30に接続されたスイッチング素子であるTFT31が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上および層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。前配向膜29と後配向膜32との間には、所定方向に初期配向された液晶層45が介在している。

【0060】この実施形態の液晶表示装置11においては、液晶表示パネル13内部に封止された液晶層45の $\Delta n d$ の値と、位相差板49のリタデーションの値と、表裏一対の偏光板23、24の透過軸および位相差板49の遅相軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、電極25、30間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0061】図20は、封止された液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸および位相差板49の遅相軸の向きを表示装置11の表示面側から見た図であ

り、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を  $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$  の値を  $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$  に設定し、位相差板 49 としてリタレーションの値が  $60 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$  のものを用いるとともに、前および後偏光板 23、24 をその透過軸 23a、24a を次のような向きにして配置し、前記位相差板 49 をその遅相軸 49a を次のような向きにして配置している。

【0062】すなわち、図 20 のように、一方の基板、例えば後透明基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a は、液晶表示パネル 13 の横軸 S に対して右回りに  $52.5^\circ \pm 5^\circ$  の方向、他方の前透明基板 20 の近傍における液晶分子配向方向 20a は、前記横軸 S に対して左回りに  $52.5^\circ \pm 5^\circ$  の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、裏面側基板 21 から表面側基板 20 に向かって右回りに  $75^\circ \pm 10^\circ$  のツイスト角でツイスト配向している。

【0063】そして、裏面側基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a を  $0^\circ$  の方向とすると、裏面側基板 21 に対向する後偏光板 24 の透過軸 24a は、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に  $52.5^\circ \pm 3^\circ$  の方向にあり、表面側基板 20 に対向する前偏光板 23 の透過軸 23a は、前記ツイスト方向と逆方向に  $60.5^\circ \pm 3^\circ$  の方向にあり、さらに位相差板 49 の遅相軸 49a は、前記ツイスト方向と逆方向に  $52.5^\circ \pm 3^\circ$  の方向にある。

【0064】この実施形態の表示装置 11 は、液晶表示パネル 13 の液晶層の複屈折作用および位相差板 49 の複屈折作用と一対の偏光板 23、24 の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置においては、前偏光板 23 を透過して入射した直線偏光が、位相差板 49 と液晶層 45 を通る過程で前記位相差板 49 の複屈折作用および液晶 45 の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって後偏光板 24 に入射して、この後偏光板 24 を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極 15 で反射され、前記裏側偏光板 24 と液晶 45 と位相差板 49 と前偏光板 23 とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0065】なお、反射カソード電極 15 で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶層 45 および位相差板 49 により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とほぼ同じ直線偏光となって前偏光板 23 に入射するため、この表側偏光板 23 を透過して出射する光は、反射カソード電極 15 で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0066】そして、液晶層 45 の複屈折作用は、この液晶 45 への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって変化し、それによってもって後偏光板 24 に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板 24

を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化し、その光が反射カソード電極 15 で反射されて液晶表示装置 11 の表面側に出射する。

【0067】したがって、この液晶表示装置 11 の出射光の色、つまり表示色は、電極 30、25 間に印加する電圧に応じて変化する。この液晶表示装置 11 の 1 つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0068】図 21 は液晶表示装置 11 の表示色の変化を示す  $a^* - b^*$  色度図である。同図に示すように、液晶表示装置 11 の表示色は、電極 25、30 間に電圧と印加していない初期状態ではパープル (P) に近い色であり、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにもなって、赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0069】また、この実施形態の液晶表示装置 11 における黒の表示状態の出射率を  $R(\text{min})$  とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5V のときで  $R(5V)$ 、印加電圧が 7V のときで  $R(7V)$  とすると、このカラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\text{min}) = 3.30\%$$

$$R(5V) = 23.64\%$$

$$R(7V) = 28.91\%$$

である。

【0070】そして、このカラー液晶表示装置における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときのコントラストを  $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときのコントラストを  $CR(7V)$  とすると、

$$CR(5V) = 7.16$$

$$CR(7V) = 8.76$$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0071】したがって、この液晶表示装置 11 によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0072】なお、上記実施形態 8 では、図 20 のように、 $0^\circ$  の方向に対して、前偏光板 23 の透過軸 23a を  $60.5^\circ \pm 3^\circ$  の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a を  $52.5^\circ \pm 3^\circ$  の方向に設定したが、この実施形態のように、液晶分子のツイスト角を  $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$  の値を  $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ 、位相差板 49 のリタレーションの値を  $60 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$  とし、かつ、後偏光板 24 の透過軸 24a を前記液晶分子のツイスト

方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定する場合は、前記 $0^\circ$ の方向に対して、前偏光板23の透過軸23aが液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ \sim 60.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向、位相差板49の遅相軸49aが前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ \sim 52.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向にあれば、白と黒および赤、緑、青を高い色純度で表示することができる。また、本実施形態においては、拡散板41が液晶表示パネル13の前方に配置されているため、反射カソード電極15での鏡面反射に伴って外部像の写り込みや、二重像の発生を抑制することができる。また、有機EL面発光素子12で発生した光の面内均一性を拡散板41で高くすることができる。

【0073】（実施形態10）次に実施形態10について以下に説明する。本実施形態では、液晶表示装置11が、前偏光板23の透過軸23aの方向、位相差板49の遅相軸49aの方向を除けば、上記した実施形態9と同様の構成である。

【0074】図22はこの発明の実施形態10を示しており、液晶表示パネル13の液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸23a、24aおよび位相差板49の遅相軸の向きを表示装置11の表示側から見た図である。この実施形態では、 $0^\circ$ の方向（後透明基板21の近傍における液晶分子配向方向21a）に対して、前偏光板23の透過軸23aを液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板49の遅相軸49aを前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にしたものであり、両基板20、21の近傍における液晶分子配向方向21a、20aと、後偏光板24の透過軸24aの向きは図20と同じである。

【0075】図23は本実施形態による液晶表示装置11の表示色の变化を示すa\*-b\*色度図であり、この液晶表示装置11の表示色も、電極25、30間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤（R）→緑（G）→青（B）→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0076】また、この液晶表示装置11における光の出射率は、

$$R(\min) = 2.76\%$$

$$R(5V) = 24.08\%$$

$$R(7V) = 30.60\%$$

である。

【0077】そして、この液晶表示装置11における、白を表示させるための印加電圧を5VとしたときのコントラストをCR(5V)と、白を表示させるための印加電圧を7VとしたときのコントラストをCR(7V)は、

$$CR(5V) = 8.72$$

$$CR(7V) = 11.09$$

である。

【0078】本実施形態においても、拡散板41が液晶表示パネル13の前方に配置されているため、反射カソード電極15での鏡面反射に伴って外部像の写り込みや、二重像の発生を抑制することができる。また、有機EL面発光素子12で発生した光の面内均一性を拡散板41で高くすることができる。

【0079】（実施形態11）図24および図25はこの発明の実施形態11を示している。本実施形態では、液晶表示装置11が、前偏光板23の透過軸23aの方向、位相差板49の遅相軸49aの方向および偏光板24の透過軸24aの方向を除けば、上記した実施形態9と同様の構成である。図24は、この実施形態の液晶表示装置11における液晶層45の分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸23a、24aおよび位相差板49の遅相軸49aの向きを液晶表示装置11の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta nd$ の値を $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ に設定し、位相差板49としてリタデーションの値が $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$ のものをを用いるとともに、前および後偏光板23、24をその透過軸23a、24aを次のような向きにして配置し、前記位相差板49をその遅相軸49aを次のような向きにして配置している。

【0080】すなわち、図24のように、一方の基板、例えば後透明基板21の近傍における液晶分子配向方向21aは、液晶表示パネル13の横軸Sに対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の前透明基板20の近傍における液晶分子配向方向20aは、前記横軸Sに対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、後透明基板21から前透明基板20に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0081】そして、後透明基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを $0^\circ$ の方向とすると、後透明基板21に対向する後偏光板24の透過軸24aは、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、表面側基板20に対向する前偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $36.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板49の遅相軸49aは、前記ツイスト方向と逆方向に $138.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0082】この実施形態の液晶表示装置11は、液晶45の複屈折作用および位相差板49の複屈折作用と一対の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置の1つの画素で表示できる色も、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0083】図25は液晶表示装置11の表示色の变化を示すa\*-b\*色度図である。この図25のように、液

晶表示装置 11 の表示色は、電極 25、30 間に電圧と印加していない初期状態ではパープル (P) に近い色であり、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0084】また、この実施形態の液晶表示装置 11 における黒の表示状態の出射率を  $R(\min)$  とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5V のときで  $R(5V)$ 、印加電圧が 7V のときで  $R(7V)$  とする

と、このカラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\min) = 1.85\%$$

$$R(5V) = 22.37\%$$

$$R(7V) = 28.35\%$$

である。

【0085】そして、この液晶表示装置 11 における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときのコントラストを  $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときのコントラストを  $CR(7V)$  とすると、

$$CR(5V) = 12.09$$

$$CR(7V) = 15.32$$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0086】すなわち、本実施形態の液晶表示装置 11 は、基板 20、21 をはさんで配置された一対の偏光板 23、24 のうちの一方の偏光板 (この実施形態では前偏光板) 23 と基板 20 との間に 1 枚の位相差板 49 を配置するとともに、液晶分子のツイスト角を  $75^\circ \pm 10^\circ$  とし、さらに液晶 45 の  $\Delta nd$  の値を  $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ 、位相差板 49 のリタレーションの値を  $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$  とした場合における赤、緑、青、黒、白の表示色が得られる偏光板 23、24 及び位相差板 49 の配置条件が、上記実施形態 9、10 の条件の他にも存在することに基づいたものであり、この液晶表示装置 11 によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0087】(実施形態 12) 図 26 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 12 を示す断面図である。同図中 11 は、表示装置であり、液晶表示パネル 13 と、有機 EL 面発光素子 12 と、から大略構成され、後偏光板 24 がない点を除けば上記した実施形態 8 と同様の構成である。このような構造の液晶表示装置 11 では、偏光板を 1 枚にしているため透過性が良好になり全体の輝度が高くなるとともに、反射型と透過型での輝度の差を小さくすることができる。

【0088】上記した実施形態 8～12 のような ECB 型の液晶表示装置は、透過型として用いる場合、図 34 に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。上記した実施形態 8～12 の有機 EL 面発光素子 12 では、例えば赤色ドーパントとして DCM1、緑色ドーパントとしてクマリン 6、青色ドーパントとして TPB を適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーパントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機 EL 面発光素子 12 では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができるので、目的に応じた表示色の色および輝度を制御することができる。また、上記した実施形態 8～12 の液晶表示装置 11 に適宜拡散板を配置させることにより、面内均一性の高い表示を行うことが可能となる。

【0089】(実施形態 13) 図 27 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 13 を示す断面図である。同図中 11 は表示装置であり、液晶表示パネル 13 と、有機 EL 面発光素子 12 と、から大略構成される。液晶表示パネル 13 は、有機 EL 面発光素子 12 のアノード電極 19 の外面側に配置され、一対の前透明基板 20 と後透明基板 21 との間に液晶 45 を封入した構造となっている。前透明基板 20 は、対向内側の面に、ITO からなる可視光に対し 70% 以上の透過性を有する共通電極 25 が表示領域全面にわたって形成され、共通電極 25 上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜 29 が形成されている。後透明基板 21 の対向内側には、ITO でなる画素電極 30 および画素電極 30 に接続されたスイッチング素子である TFT 31 が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT 31 は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これら TFT 31 を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜 34 がパターン形成され、画素電極 30 上および層間絶縁膜 34 上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜 32 が形成されている。前配向膜 29 と後配向膜 32 との間には、所定方向に初期配向された液晶層 45 が介在している。

【0090】液晶層 45 は、相転移 (コレステリック・ネマチック) 型液晶に二色性染料を添加させた、いわゆる PCH 液晶や、PD (高分子分散型) 液晶、PD 液晶等から選択することができる。このような、液晶表示装置 11 では、偏光板、カラーフィルタが一切ないので、反射型と透過型との間の輝度の差がより小さくなるとともに高い輝度の表示を行うことができる。

【0091】上記した実施形態 1～13 では、液晶表示パネル 13 と有機 EL 面発光素子 12 とから構成された

が、これら実施形態の液晶表示装置 11 の液晶表示パネル 13 と有機 EL 面発光素子 12 との間に図 28

(a)、(b) に示すような光進行方向制御板 53 を配置した構造であってもよい。光進行方向制御板 53 は、ポリカーボネイト、ポリエステル、ポリアクリル等の光透過性材料からなり、屈折率が 1.3~1.4 に設定されている。また光進行方向制御板 53 は、その液晶表示パネル 13 との対向面側が規則的に凹凸があるマイクロプリズム形状に施され、有機 EL 面発光素子 12 との対向面側が平滑な面構造になっている。マイクロプリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角  $\theta$ 、 $\theta'$  と設定されており、ここで光進行方向制御板 53 への光の入射角は、液晶表示パネル 13 の表示面の表示面側の法線方向の軸、或いは制御板 53 の平滑な底面の液晶表示パネル 13 側の法線方向の軸を、 $0^\circ$  とし、マイクロプリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角側への傾きを  $+$  ( $^\circ$ )、逆方向への傾きを  $-$  ( $^\circ$ ) で定義する。傾斜角を  $25^\circ$  に設定すると、反射型のときの、入射角が  $+30^\circ$  の入射光 X が  $0^\circ$  の出射光として出射することができる。なお、図 29 は、光進行方向制御板 53 の傾斜角度の応じた入射光の角度と出射光の角度との関係を示している。

【0092】(実施形態 14) 図 30 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 14 を示す断面図である。この液晶表示装置 11 は、液晶表示パネル 13 を構成する後透明基板 21 の前面側に有機 EL 面発光素子 12 を設けたものである。また、液晶表示パネル 13 においては、後偏光板 24 を備えない液晶モードが採用されている。なお、他の構成は、上記した実施形態 1 と同様であるので、その説明を省略する。本実施形態においては、有機 EL 面発光素子 12 側の EL 用透明基板を省略すること

ができるため、装置全体の薄型化を達成することができる。

【0093】(実施形態 15) 図 31 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 15 を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置 11 は、同図に示すように、前透明基板 20 の後面に画素電極 30 と TFT 31 が形成され、これらを覆うように前配向膜 29 が形成されている。また、後透明基板 21 の前面には、反射カソード電極 15、有機 EL 層 18、アノード電極 19 が順次積層されており、アノード電極 19 の上には後配向膜 32 が形成されている。これら前透明基板 20 の前配向膜 29 と後透明基板 21 の後配向膜 32 との間には液晶層 22 が介在されている。なお、本実施形態においては、ゲスト・ホスト液晶モードが用いられている。また、前透明基板 20 の前方には、前偏光板 23、拡散板 41 が配置されている。本実施形態においては、有機 EL 面発光素子 12 のアノード電極 19 が液晶表示パネル 13 の共通電極としての機能も兼ねている。

【0094】本実施形態においては、有機 EL 面発光素子 12 が後透明基板 21 の前面で液晶層 22 の後方に形

成されているため、装置の薄型化を達成することができる。また、拡散板 41 が前方に配置されているため、外部像の写り込みや二重像が発生するのを抑制することができる。また、TFT 31 は、有機 EL 面発光素子 12 が形成された後透明基板 21 と異なる前透明基板 20 に形成されているので、TFT 形成に伴って、有機 EL 層のガラス転移温度を越える  $300^\circ\text{C}$  以上の加熱処理を行っても有機 EL 層が熱劣化することはない。

【0095】(実施形態 16) 図 32 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 16 を示す断面図である。本実施形態では、反射カソード電極 15 が、光の散乱反射を起こさせる、多結晶構造をもつ Mg-Ag でなる散乱反射カソード電極 15a で置き換えられている。また、本実施形態においては、拡散板 41 を備えていない。本実施形態における他の構成は、上記した実施形態 15 の液晶表示装置 11 と同様である。このように、散乱反射カソード電極 15a が外光を散乱反射させることができるため、本実施形態においても、外部像の写り込みや二重像の発生を抑制することができる。なお、上記実施形態 14~16 では、少なくとも有機 EL 面発光素子 12 側の基板に形成された配向膜にラビング等の配向処理を施さない液晶モードである PDLC (高分子分散型液晶) の方が有機 EL 面発光素子 12 に物理的応力の負荷がかからなくてよい。

【0096】以上、実施形態 1~実施形態 16 について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、構成の要旨に付随する各種の変更が可能である。例えば、液晶モードは、TN 液晶モード、STN 液晶モード、ゲスト・ホスト (GH) 液晶モード、偏光板を用いない PC (相転移) モード、PDLC (高分子分散型液晶) モード、PDLC/GH モード、コレステリック液晶モード、PC 液晶/GH モードなどの各種の液晶モードを液晶表示パネル 13 に適用することができる。このような液晶モードに応じて、例えばカラーフィルタの有無や、偏光板の有無などの、液晶表示パネルの構成も適宜変更することが可能である。

【0097】また、上記した各実施形態では、有機 EL 層 18 を、一例として Alq3 でなる電子輸送層 16 と、PVCz と BND と白色発光材料とでなる正孔輸送層 17 とを接合した構成としたが、他の有機 EL 材料を用いて、単層のエレクトロルミネッセンス層や、3 層以上の構造のエレクトロルミネッセンス層とすることも可能である。

【0098】さらに、本発明においては、反射カソード電極 15 として、マグネシウム合金、ハフニウム (Hf、仕事関数  $3.63\text{ eV}$ ) や希土類元素であるスカンジウム (Sc、仕事関数  $3.5\text{ eV}$ )、イットリウム (Y、仕事関数  $3.1\text{ eV}$ )、ランタン (La、仕事関数  $3.5\text{ eV}$ )、セリウム (Ce、仕事関数  $2.9\text{ eV}$ )、プラセオジウム (Pr)、ネオジウム (Nd、仕事関

数3.2 eV)、プロメチウム(Pm)、サマリウム(Sm、仕事関数2.7 eV)、ユウロピウム(Eu、仕事関数2.5 eV)、ガドリニウム(Gd、仕事関数3.1 eV)、テルビウム(Tb、仕事関数)、ジスプロシウム(Dy)、ホルモエム(Ho)、エルビウム(Er、仕事関数2.97 eV)、ツリウム(Tm、イッテルビウム(Yb、仕事関数2.6 eV)、ルテチウム(Lu)の、単体やこれらの元素を含む合金などを用いることができる。さらには、実施形態5および実施形態16で説明したように、散乱反射カソード電極15aとして、多結晶構造をもつMg-Ag膜を用いたが、例えばバンプ構造をもつAlを用いることで、特別な加工を施すことなく、表面に微細な凹凸を有する電極を容易に形成することも可能である。また、上記した各実施形態では、アノード電極19を例えばITOでなる透明導電膜で形成したが、電流の供給の均一化を図り発光の面内均一性を高めるため、透明導電膜に例えばAlなどの極薄い低抵抗導電膜をメッシュ状に加工して透明導電膜に積層させる構成としてもよい。この場合、低抵抗導電膜の膜厚を薄く設定することにより、光透過性をもたせることができる。また、低抵抗導電膜と透明導電膜との屈折率が互いに異なるため、有機EL層で発生した光や、反射光を散乱させることができ、より面内均一性の高い面発光を行わせることが可能となる。このような構成を拡散板を備えた液晶表示装置に適用すると、拡散板との相乗効果で光の拡散作用が高まり、さらに発光の面内均一性を高めることが可能となる。

【0099】また、本発明では、有機EL面発光素子12の基板14を1 $\mu$ m $\sim$ 5 $\mu$ m厚の酸化シリコン層あるいはアクリル系の有機絶縁層を基板で構成することもでき、より薄い構造にすることができるとともに基板の屈折率の違いによる視差を低減することができる。

【0100】さらに、上記実施形態1 $\sim$ 14では、液晶表示パネル13は、TFT31によるアクティブ駆動であったが、液晶を挟んで対向する電極をストライプ形状にした単純マトリクス駆動であってもよい。

#### 【0101】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明によれば、明状態において二重像の発生や外部像の写り込みがなく、良好なコントラストを有する表示を行うことができ、暗状態においても良好なコントラストを有し、かつ低消費電力で表示を行うことができる、携帯性を備えた液晶表示装置を実現するという効果がある。また、この発明によれば、液晶表示部に良好な散乱光を供給できる液晶表示装置を実現することができる。このため、液晶表示装置の表示性能を高める効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る液晶表示装置の実施形態1を示す断面図。

【図2】実施形態1の作用を示す説明図。

【図3】液晶表示装置の問題点を示す説明図。

【図4】液晶表示装置の問題点を示す説明図。

【図5】有機EL面発光素子における、電子と正孔の注入障壁に対する効果を示すエネルギーダイヤグラム。

【図6】正孔輸送層(HTL)内の正孔の移動メカニズムを示すエネルギーダイヤグラム。

【図7】PVCz、クマリン6がドーブされたPVCz、エタノール中に存在するクマリン6のそれぞれの光吸収スペクトルを示すグラフ。

【図8】PVCzのEL特性とPL特性を示すスペクトル図。

【図9】実施形態2の液晶表示装置を示す断面図。

【図10】実施形態3の液晶表示装置を示す断面図。

【図11】実施形態4の液晶表示装置を示す断面図。

【図12】実施形態5の液晶表示装置を示す断面図。

【図13】実施形態6の液晶表示装置を示す断面図。

【図14】実施形態7の液晶表示装置を示す断面図。

【図15】実施形態8の液晶表示装置を示す断面図。

【図16】実施形態8における液晶表示パネルの液晶分子の配向状態と各偏光板の透過軸の向きを液晶表示装置の表面側から見た状態を示す説明図。

【図17】実施形態8の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図18】クマリン6およびDCM1の波長とEL強度との関係を示すグラフ。

【図19】実施形態9の液晶表示装置を示す断面図。

【図20】実施形態9における液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図21】実施形態9の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図22】実施形態10の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図23】実施形態10の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図24】実施形態11の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図25】実施形態11の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図26】実施形態12の液晶表示装置を示す断面図。

【図27】実施形態13の液晶表示装置を示す断面図。

【図28】(a)および(b)は光進行方向制御板を示す断面説明図。

【図29】光進行方向制御板の傾斜角度に応じた入射光の角度と出射光の角度との関係を示すグラフ。

【図30】実施形態14の液晶表示装置を示す断面図。

【図31】実施形態15の液晶表示装置を示す断面図。

【図32】実施形態16の液晶表示装置を示す断面図。

29

30

【図33】従来の液晶表示装置を示す断面図。

【図34】従来のECB型液晶表示装置における入射される光に対する出射する光の割合（出射率）と、印加電圧と、出射光の色と、の関係を示すグラフ。

【符号の説明】

- 11 液晶表示装置  
12 有機EL面発光素子  
13 液晶表示パネル

15 反射カソード電極

1.5 a 散乱反射カソード電極

18 有機EL層

19 アノード電極

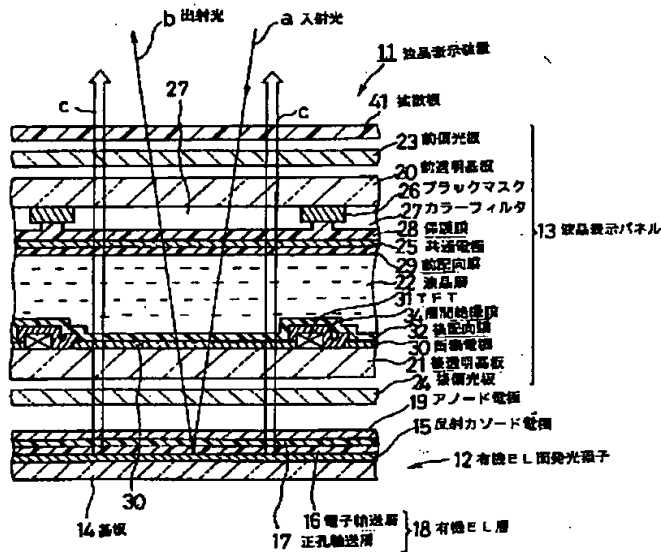
41、42 拡散板

a 入射光（外光）

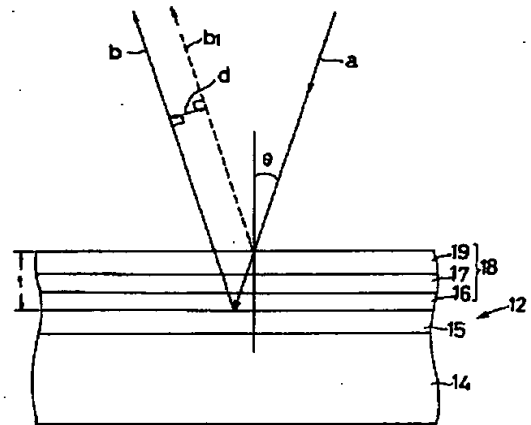
b 出射光

c 表示用光（EL光）

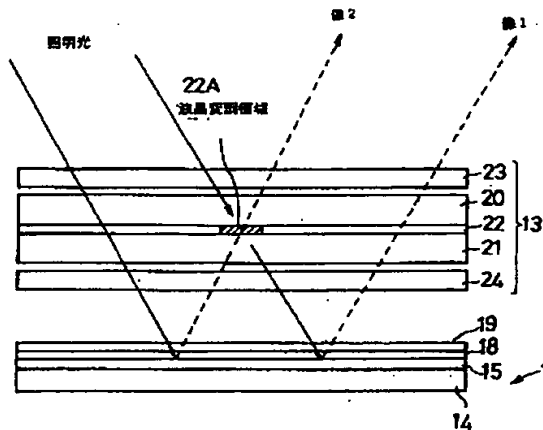
【図1】



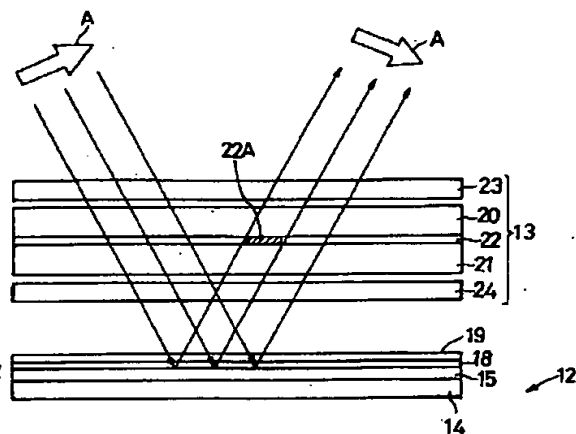
【図2】



【図3】

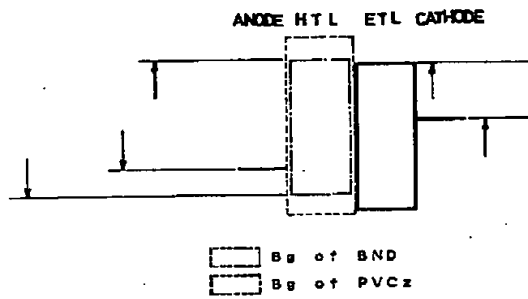


【図4】

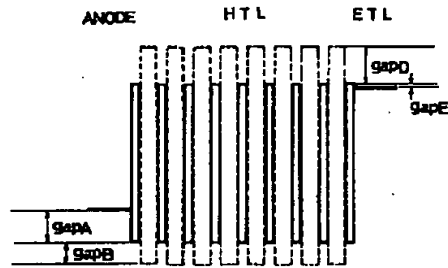




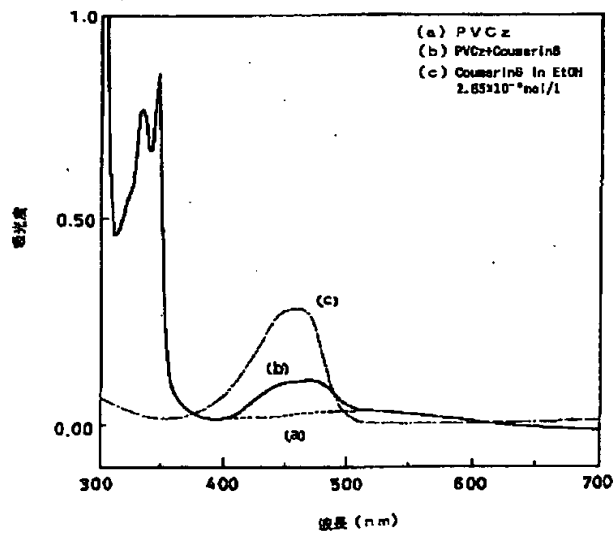
【図5】



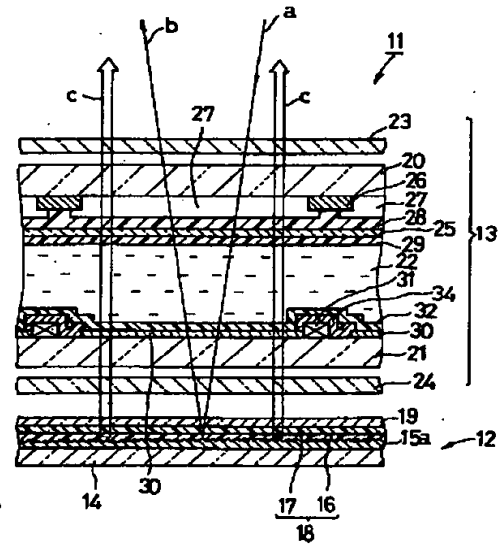
【図6】



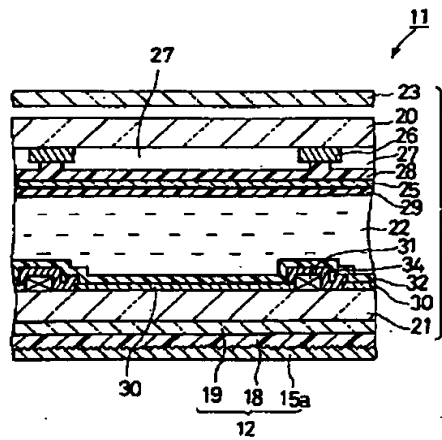
【図7】



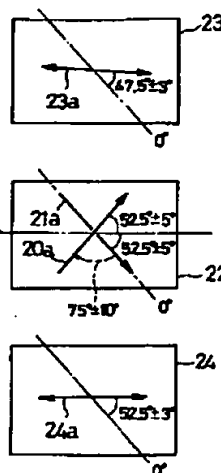
【図9】



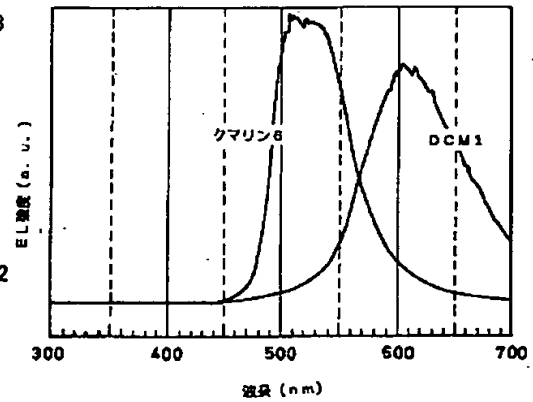
【図11】



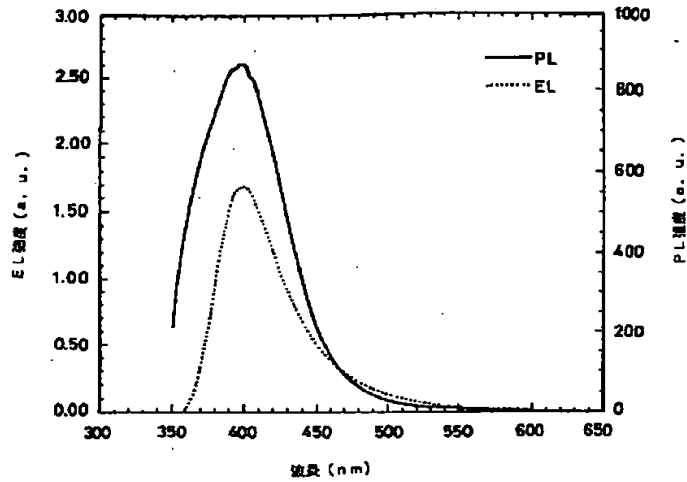
【図16】



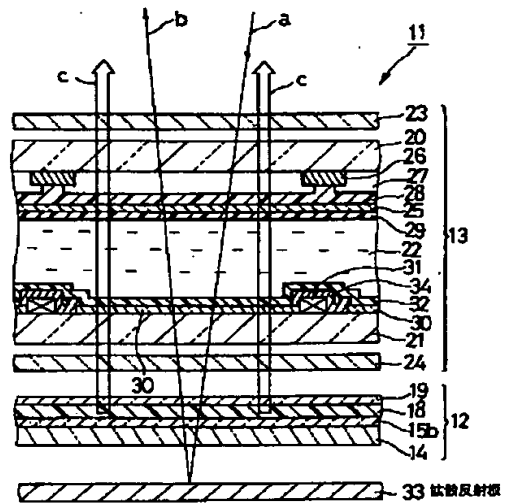
【図18】



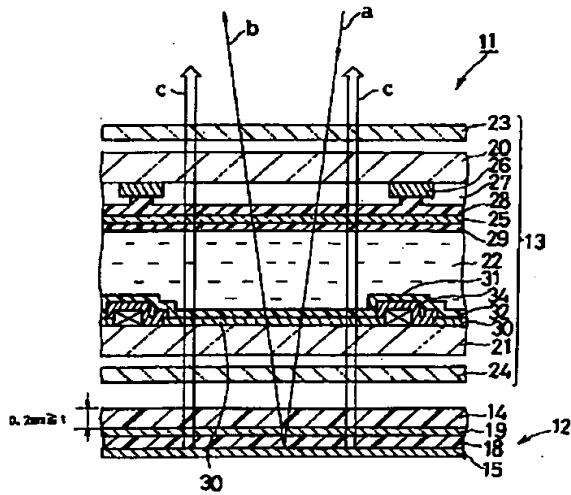
【図8】



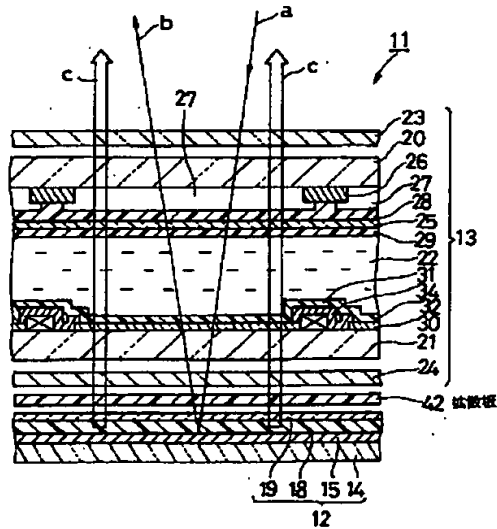
【図12】



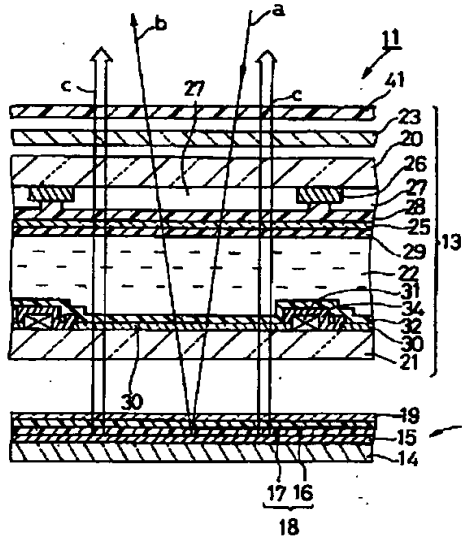
【図10】



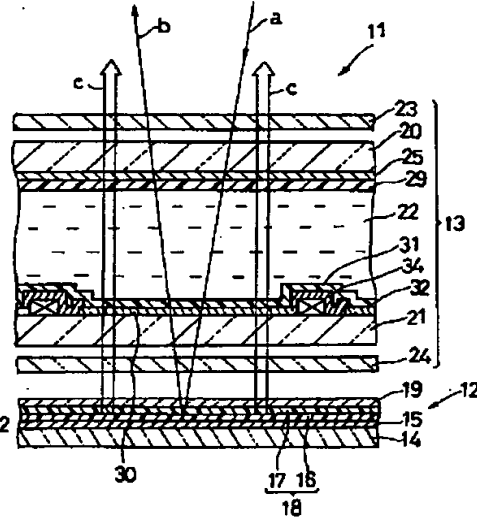
【図13】



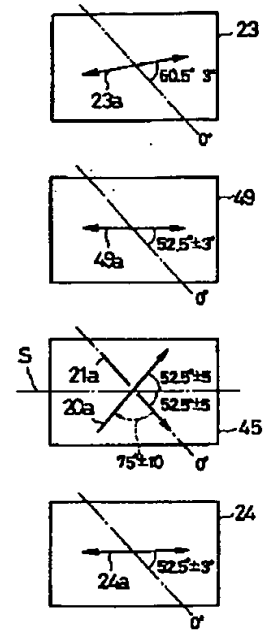
【図14】



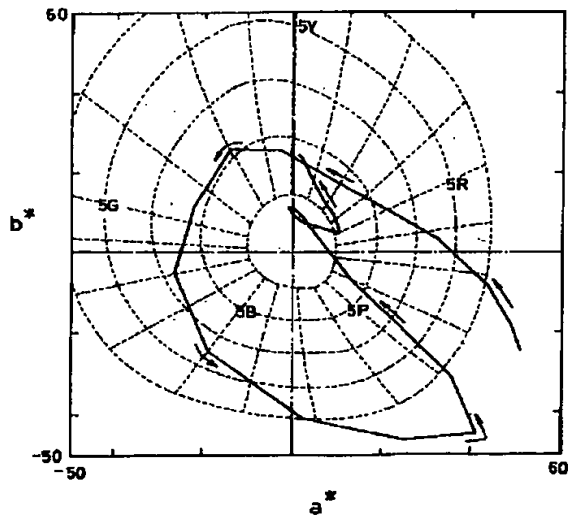
【図15】



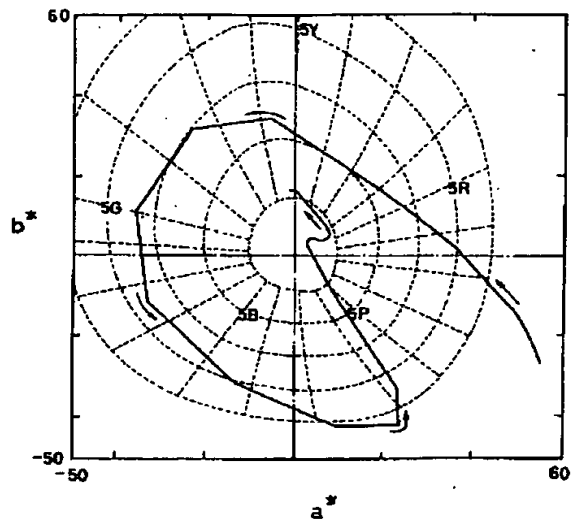
【図20】



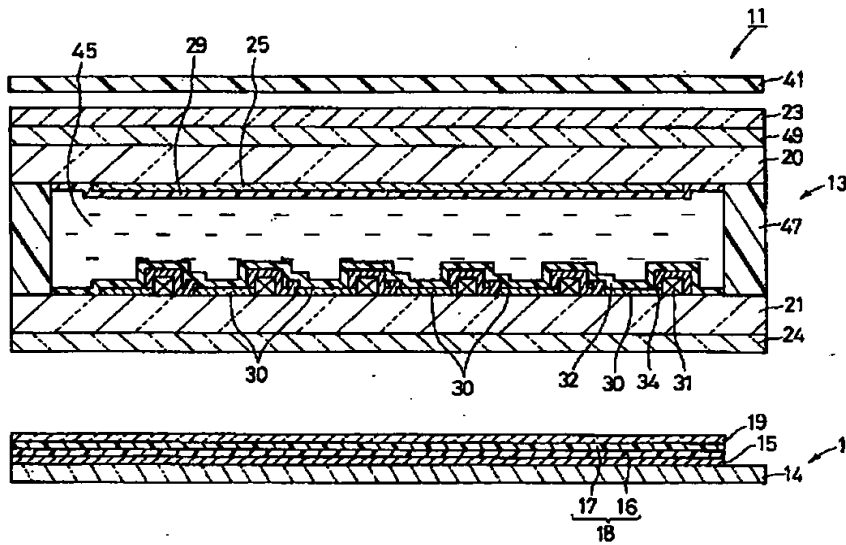
【図17】



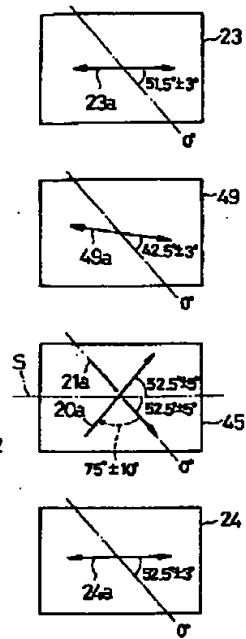
【図21】



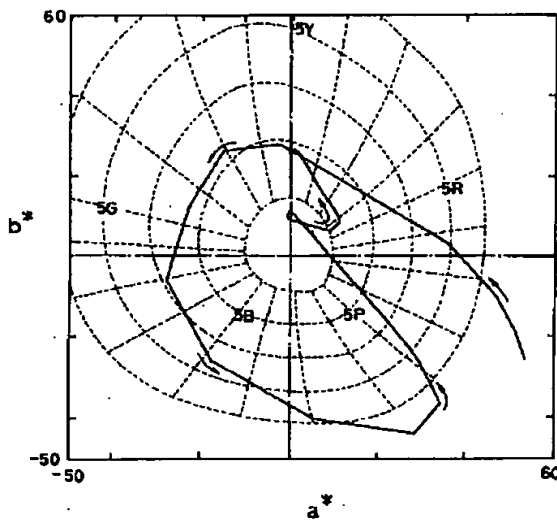
【図19】



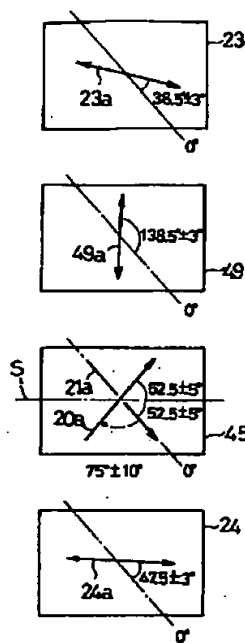
【図22】



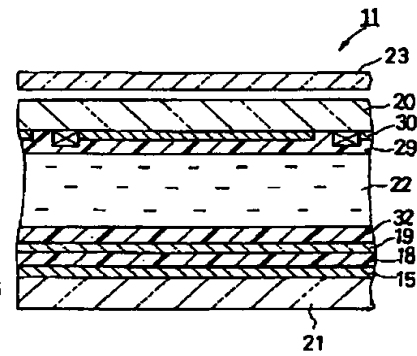
【図23】



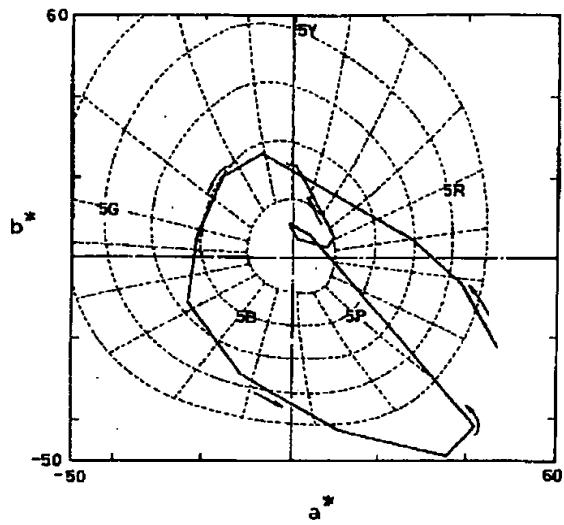
【図24】



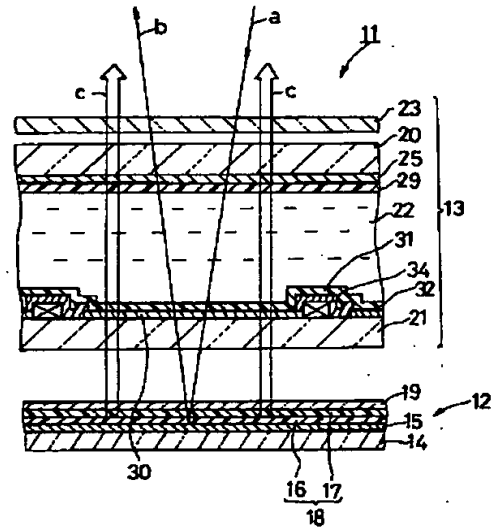
【図32】



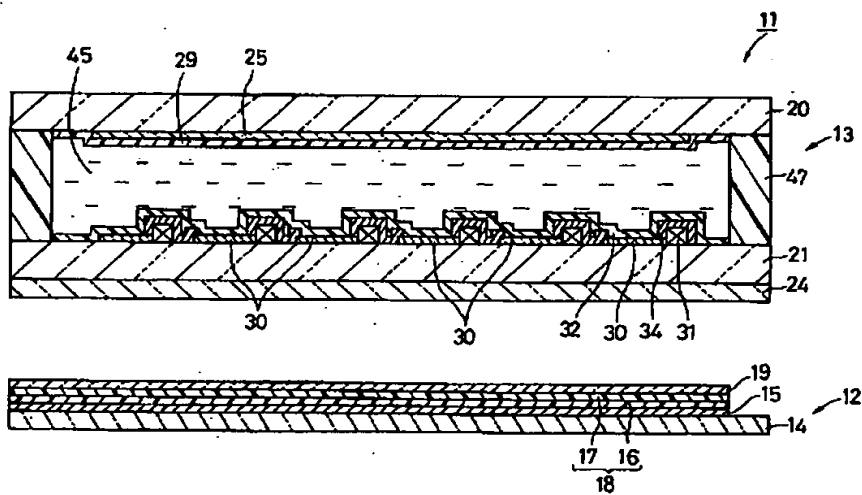
【図 25】



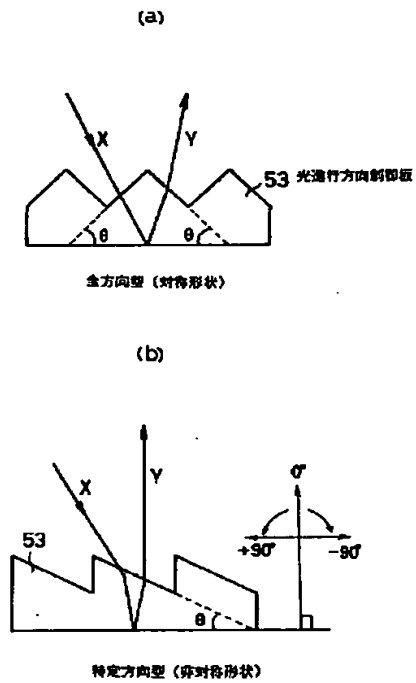
【図 26】



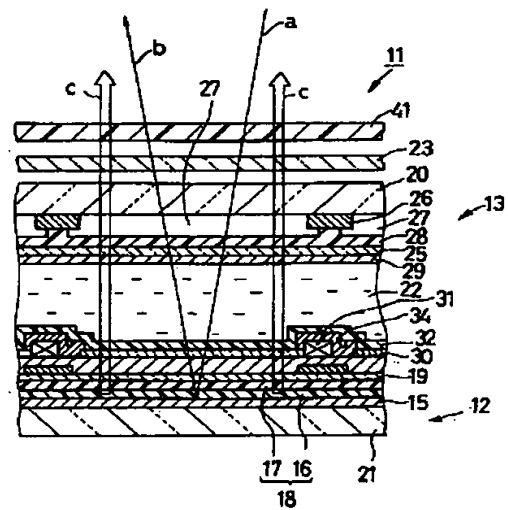
【図 27】



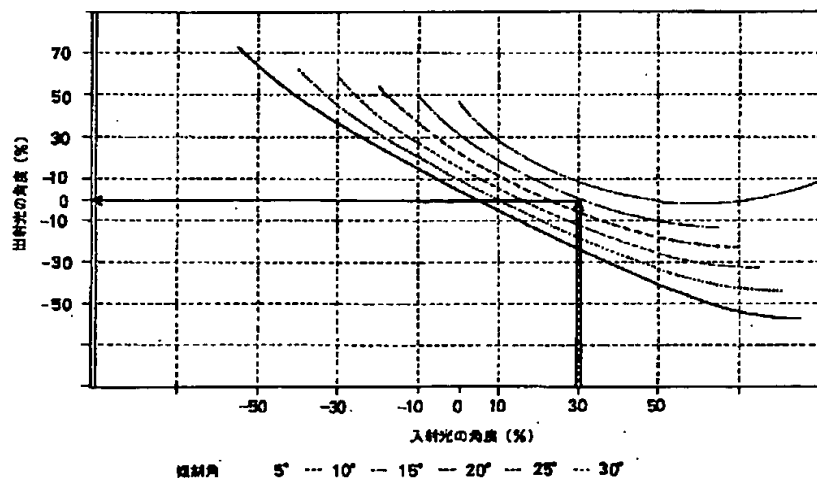
【図28】



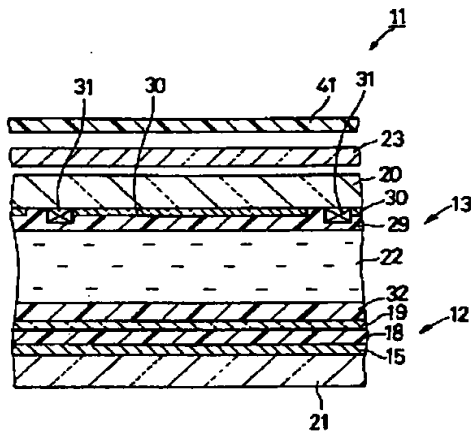
【図30】



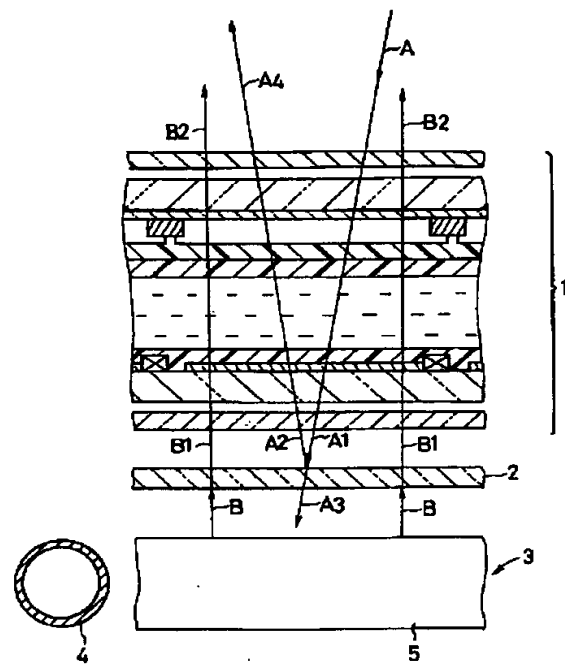
【図29】



【図31】



【図33】



【図34】

